

PRÁTICAS EDUCATIVAS COMO ITINERÁRIOS DE PESQUISAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA



José Joelson Pimentel de Almeida
Francisco Ferreira Dantas Filho
Flávia Aparecida Bezerra da Silva
(Organizadores)



Universidade Estadual da Paraíba

Prof^ª. Célia Regina Diniz | Reitora

Prof^ª. Ivonildes da Silva Fonseca | Vice-Reitora



Editora da Universidade Estadual da Paraíba

Cidoval Moraes de Sousa | Diretor

Conselho Editorial

Alberto Soares de Melo (UEPB) Antonio Roberto Faustino da Costa (UEPB)
José Etham de Lucena Barbosa (UEPB) José Luciano Albino Barbosa (UEPB)
Jordeana Davi Pereira (UEPB) José Tavares de Sousa (UEPB)
Patrícia Cristina de Aragão (UEPB)

Conselho Científico

Afrânio Silva Jardim (UERJ) Anne Augusta Alencar Leite (UFPB)
Carlos Henrique Salvino Gadêlha Meneses (UEPB) Carlos Wagner Dias Ferreira (UFRN)
Celso Fernandes Campilongo (USP/ PUC-SP) Diego Duquelsky (UBA)
Dimitre Braga Soares de Carvalho (UFRN) Eduardo Ramalho Rabenhorst (UFPB)
Flávio Romero Guimarães (UEPB) Germano Ramalho (UEPB)
Glauber Salomão Leite (UEPB) Gonçalo Nicolau Cerqueira Sogas de Mello Bandeira (IPCA/PT)
Gustavo Barbosa Mesquita Batista (UFPB) Jonas Eduardo Gonzalez Lemos (IFRN)
Jorge Eduardo Douglas Price (UNCOMAHUE/ARG) Juliana Magalhães Neuwander (UFRJ)
Maria Creusa de Araújo Borges (UFPB) Pierre Souto Maior Coutinho Amorim (ASCES)
Raffaele de Giorgi (UNISALENTO/IT) Rodrigo Costa Ferreira (UEPB)
Rosmar Antonni Rodrigues Cavalcanti de Alencar (UFAL) Vincenzo Carbone (UNINT/IT)
Vincenzo Milittello (UNIPA/IT)

Expediente EDUEPB

Erick Ferreira Cabral | Design Gráfico e Editoração
Jefferson Ricardo Lima A. Nunes | Design Gráfico e Editoração
Leonardo Ramos Araujo | Design Gráfico e Editoração
Elizete Amaral de Medeiros | Revisão Linguística
Antonio de Brito Freire | Revisão Linguística
Danielle Correia Gomes | Divulgação



Editora indexada no SciELO desde 2012



Editora filiada a ABEU

EDITORA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA

Rua Baraúnas, 351 - Bairro Universitário - Campina Grande-PB - CEP 58429-500
Fone (83) 3315-3381 - e-mail: eduepb@setor.uepb.edu.br | <http://eduepb.uepb.edu.br>

José Joelson Pimentel de Almeida
Francisco Ferreira Dantas Filho
Flávia Aparecida Bezerra da Silva
(Organizadores)

**Práticas Educativas como Itinerários
de Pesquisas em Ensino de
Ciências e Educação Matemática**



eduepb

Campina Grande-PB

2021



COLEÇÃO CAROÁ

Editores

José Joelson Pimentel de Almeida | Francisco Ferreira Dantas Filho | John Andrew Fossa

Conselho Científico

Ana Luiza de Quadros	<i>Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil</i>
Agustín Adúriz-Bravo	<i>Universidad de Buenos Aires, Argentina</i>
Celi Espasandin Lopes	<i>Universidade Cruzeiro do Sul, Brasil</i>
Cidival Morais de Sousa	<i>Universidade Estadual da Paraíba, Brasil</i>
Eduardo Fleury Mortimer	<i>Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil</i>
Filomena Maria Gonçalves Silva C. Moita	<i>Universidade Estadual da Paraíba, Brasil</i>
Gerson de Souza Mól	<i>Universidade de Brasília, Brasil</i>
Isauro Beltrán Nuñez	<i>Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil</i>
Jeremy Kilpatrick	<i>University of Georgia, USA</i>
John Andrew Fossa	<i>Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil</i>
Marcelo de Carvalho Borba	<i>Universidade Estadual Paulista, Brasil</i>
Martha Marandino	<i>Universidade de São Paulo, Brasil</i>
Pedro José Oliveira de Andrade	<i>Universidade do Minho, Portugal</i>
Roberto de Andrade Martins	<i>Universidade Estadual de Campinas, Brasil</i>
Sandra Meza Fernández	<i>Universidad de Chile, Chile</i>
Sani de Carvalho Rutz da Silva	<i>Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil</i>
Selma Garrido Pimenta	<i>Universidade de São Paulo, Brasil</i>
Vinício de Macedo Santos	<i>Universidade de São Paulo, Brasil</i>
Wilson José Alves Pedro	<i>Universidade Federal de São Carlos, Brasil</i>

P912 Práticas educativas como itinerários de pesquisas em Ensino de Ciências e Educação Matemática: volume 2 [Livro eletrônico]. / José Joelson Pimentel de Almeida...[et al.](Organizadores). –Campina Grande: EDUEPB, 2021.

4000 Kb. - 346 p. (Coleção Coroá; v.2)

ISBN 978-65-87171-21-0 (E-book)

ISBN 978-65-87171-86-2 (Impresso)

1. Ciência – Estudo e ensino. 2. Matemática – Estudo e ensino. 3. Educação Matemática - História. 4. Ciência e Tecnologia. 5. Teorias do digital. 6. Ciências e Matemática – Ensino - Tecnologia. I. Almeida, José Joelson Pimentel de (Org.). II. Dantas Filho, Francisco Ferreira (Org.). III. Silva, Flávia Aparecida Bezerra da (Org.)

21. ed. CDD 507

Depósito legal na Biblioteca Nacional, conforme Lei nº 10.994, de 14 de dezembro de 2004

Ficha catalográfica elaborada por Heliane Maria Idalino Silva – CRB-15º/368

Copyright © EDUEPB

A reprodução não-autorizada desta publicação, por qualquer meio, seja total ou parcial, constitui violação da Lei nº 9.610/98.

Sobre a coleção

Caroá, uma coleção de livros do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, da Universidade Estadual da Paraíba (PPGECEM-UEPB), tem por objetivo publicar e divulgar resultados de pesquisas do próprio PPGECEM e de outros programas de pós-graduação com linhas de pesquisas semelhantes, tanto do Brasil quanto de outros países.

Caroá é uma planta originária da região caririzeira, típica da Caatinga brasileira, simboliza a resistência da natureza contra a seca. Foi com base em algumas características desta planta que surgiu a proposta de batizar a coleção de livros do PPGECEM-UEPB com este nome.

Sumário

APRESENTAÇÃO.....	11
<i>Os Organizadores</i>	

PARTE I

SOBRE ASPECTOS DA PRÁTICA EDUCATIVA NO ENSINO DE CIÊNCIAS E NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

1 ELEMENTOS DE DIFICULDADE ESTRUTURAIS DAS QUESTÕES ENVOLVENDO AS QUATRO OPERAÇÕES ARITMÉTICAS.....	17
Pedro Franco de Sá John Andrew Fossa	
2 O USO DE FACEBOOK NO PROCESSO DE ENSINO DOS NÚMEROS RACIONAIS.....	37
Carla Denize Ott Felcher André Luis Andrejew Ferreira	
3 ENSINO DO CONTEÚDO DE GASES COM A INSERÇÃO DO ENFOQUE CTS NA EDUCAÇÃO BÁSICA.....	61
Ana Patrícia Martins Barros Gilberlândio Nunes da Silva Francisco Ferreira Dantas Filho Railton Barbosa de Andrade	

4	O ENSINO DE CINÉTICA QUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: ABORDAGEM DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS EM SALA DE AULA AMBIENTE.....	89
	Welida Tamires Alves da Silva Gilberlandio Nunes da Silva Francisco Ferreira Dantas Filho Thiago Pereira da Silva	

PARTE II

SOBRE ASPECTOS CONCEITUAIS, HISTÓRICOS E EPISTEMIOLÓGICOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

5	INFLUÊNCIAS ILUMINISTAS NA PROPOSTA DE LACROIX PARA O ENSINO DE GEOMETRIA	119
	Flavia Aparecida Bezerra da Silva José Joelson Pimentel de Almeida	
6	O PERCURSO HISTÓRICO-SOCIAL DA FORMULAÇÃO DA TEORIA ESTRUTURAL DA QUÍMICA ORGÂNICA: UM CONHECIMENTO NECESSÁRIO PARA O EXERCÍCIO DA PROFISSÃO DE PROFESSOR DE QUÍMICA.....	147
	Cristiano de Almeida Cardoso Marcelino Júnior	
7	A TEORIA DA COMPLEXIDADE NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	177
	Paulo César Geglio Anna Karolina Fidelis	
8	PRODUÇÃO ARTESANAL DE QUEIJO DE COALHO: O QUE QUÍMICA E MATEMÁTICA TÊM A VER COM ISSO?	205
	José Joelson Pimentel de Almeida Maria Elidiana Onofre Costa Lira Antonio Diones de Brito Francisco Ferreira Dantas Filho	

PARTE III
SOBRE INTERAÇÕES E DISCURSO NO ENSINO DE
CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

9	DISCURSOS, INTERAÇÕES E COMPREENSÃO NA SALA DE AULA DE MATEMÁTICA.....	229
	Pedro Lucio Barboza	
10	ATIVIDADES EXPERIMENTAIS, SÓCIOINTERATIVIDADE E ARGUMENTAÇÃO NA SALA DE AULA DE FÍSICA.....	249
	Inácio Mamede de Lima Marcelo Gomes Germano	
11	ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: A PERCEPÇÃO DE ALUNOS DA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS SOBRE A ORGANIZAÇÃO DOS SERES VIVOS.....	291
	Neirevane Nunes Ferreira de Souza Hilda Helena Sovierzoski	
12	A RECONSTRUÇÃO CONCEITUAL EM BIOQUÍMICA CELULAR MEDIADA PELA EXPERIMENTAÇÃO.....	307
	Alan De Angeles Guedes Da Silva Márcia Adelino Da Silva Dias	
	SOBRE OS AUTORES.....	335

Apresentação



O livro que ora se apresenta à comunidade de pesquisadores, educadores e outros interessados em discussões em Ensino de Ciências e Educação Matemática é constituído pelo segundo volume da Coleção Caroá. Esta Coleção, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual da Paraíba (PPGECEM-UEPB), é assim denominada porque o caroá, bromélia espinhosa da região caririzeira paraibana, é resistente à seca e demais intempéries climáticas, apresentando flores exuberantes, possuindo fibras que servem também como matéria-prima para peças artesanais diversas. Em um momento em que as ciências, a educação e a cultura sofrem tanto com ações ou omissões em termos de políticas, em que faltam recursos para a sua sobrevivência, o nome Caroá se sustenta, representando a resistência dos pesquisadores, educadores e demais protagonistas envolvidos nessa construção.

Este volume, intitulado *Práticas Educativas como Itinerários de Pesquisas em Ensino de Ciências e Educação Matemática*, envolve pesquisadores de diversas instituições, como UEPA, UFAL, UFPB, UFPel, UFRPE e UEPB. Diversos são também os grupos de pesquisas que enredam esse livro, como os seguintes: Grupo de Pesquisa de Metodologias para o Ensino de Química (GPMEQ/UEPB); Leitura e Escrita em Educação Matemática (LEEMAT/UEPB), Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências Naturais (UFPB); o Grupo de Estudos da Complexidade e da

Vida (GRECOMVIDA/ UEPB); Grupo de Estudo e Pesquisa em Educação e Sustentabilidade (GEPES/ UFRPE); Grupo de Pesquisa sobre Formação Docente (UFPB); e Grupo de Pesquisa Modelagem Computacional de Reações Atmosféricas, Orgânicas e de Interesse Biológico (UFPB).

Esta complexa rede de autores / atores das pesquisas e práticas, envolve professores / pesquisadores e formadores; professores da educação básica, programas de pós-graduação, cursos de licenciaturas, universidades e escolas. A partir de pesquisas desenvolvidas nos programas de pós-graduação da Área Ensino, apresentamos um entrelaçamento entre teoria e prática, como sempre costumamos afirmar e pretendemos manter como propósito da Coleção, envolvendo quatro áreas temáticas: Educação Biológica, Educação Matemática, Educação Química e Ensino de Física.

O livro é dividido em três partes para acomodar de maneira razoável os seus doze capítulos. Na primeira, *Sobre Aspectos da Prática Educativa no Ensino de Ciências e na Educação Matemática*, são apresentadas discussões envolvendo pontos práticos que interessam as quatro operações dos números naturais, o uso de uma rede social, o *Facebook*, no ensino de números racionais, o ensino de gases na educação básica com enfoque CTS e o ensino de cinética química com atividades experimentais investigativas.

A segunda acomoda capítulos *Sobre Aspectos Conceituais, Históricos e Epistemológicos no Ensino de Ciências e Educação Matemática*, como bem diz o seu título. Seus textos trazem debates importantes para as diversas áreas temáticas, como as influências iluministas para o ensino de geometria na proposta de Lacroix, considerações histórico-sociais da teoria estrutural da química orgânica, a teoria da complexidade no ensino de ciências, além de um capítulo sobre produção artesanal de queijo de coalho vista a partir de duas áreas (Educação Matemática e Educação Química), enredado por dois grupos de pesquisa (LEEMAT E GPMEQ).

A terceira parte, *Sobre Interações e Discurso no Ensino de Ciências e Educação Matemática*, apresenta ao leitor considerações sobre o discurso e seus desdobramentos, sobre alfabetização científica envolvendo Educação de Jovens e Adultos estudando seres vivos e uma proposta de reconstrução de conceitual em bioquímica celular a partir de experimentação.

A partir desses textos, ou daqueles que são de interesse da sua área temática, esperamos que você, leitor, encontre inspiração para suas pesquisas ou sala de aula. Ao final do livro, na seção *Sobre os Autores*, você encontra o endereço eletrônico de cada um de nós, caso queira dialogar conosco, o que muito contribuiria com as discussões que perfazem essa obra, enredando novas possibilidades de pesquisas, nas quais você certamente está ou estará envolvido.

Feitas essas considerações, desejamos a você uma ótima leitura!

Os Organizadores

Parte I

SOBRE ASPECTOS DA PRÁTICA EDUCATIVA NO ENSINO DE CIÊNCIAS E NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA



1



ELEMENTOS DE DIFICULDADE ESTRUTURAIS DAS QUESTÕES ENVOLVENDO AS QUATRO OPERAÇÕES ARITMÉTICAS

Pedro Franco de Sá
John Andrew Fossa

Nas séries iniciais ou ciclos do Ensino Fundamental, em quase todos os currículos, estão presentes as questões envolvendo as quatro operações dos números naturais, pois, como pondera Martínez (1995), a resolução de problemas em aritmética é um campo de investigação presente. Um dos itens mais importantes abordados pela pesquisa contemporânea reza sobre o grau de dificuldade das várias questões para o estudante. Proporemos no presente trabalho que o grau de dificuldade experienciado pelo estudante na articulação da sintaxe algébrica com o conteúdo semântico das situações-problema é relacionado à própria estrutura da questão. Assim, será importante esclarecer essa relação para que não se exija do estudante a resolução de questões com um grau de dificuldade para o qual não é preparado e, dessa forma, ocasionar frustração com a matéria e fracasso (injusto) nas avaliações.

Para tanto, distinguiremos entre questões aritméticas e algébricas, reelaborando a classificação feita em Sá e Fossa (2008, 2012). Como veremos, a distinção depende da estrutura do modelo matemático, pois questões em que a variável estiver isolada num lado da equação só requererão pensamento aritmético para a sua resolução. Quando isto não acontecer, a resolução requererá pensamento algébrico, o que acarreta dificuldades para o iniciante.

Também, abordaremos mais três tipos de dificuldades adicionais que podem estar presentes, ou não, tanto em questões aritméticas, quanto em questões algébricas. Essas dificuldades giram em torno dos conceitos de propriedades aritméticas, dissociedades semânticas e conhecimentos extra operacionais, que serão definidos no lugar apropriado do presente texto. Finalizaremos apresentando um simples quadro de análise que poderá ajudar o professor a estimar (qualitativamente) o nível de dificuldade das questões a serem usadas na sala de aula. Antes, porém, visitaremos a distinção entre problemas e exercícios, pois as questões que são propostas aos estudantes recebem denominações ora de problemas ora de exercícios e, portanto, essa variação merece uma pequena reflexão.

Problemas e exercícios

Tanto nos livros didáticos, quanto no discurso docente, é comum encontrarmos a palavra *exercício* com muita frequência e, com frequência menor, a palavra *problema*, sem que fique claro qual é a diferença entre eles. Sá (2005) faz uma revisão desses conceitos nos seguintes sete autores: Lester (1980), Kantowski (1997), Beckenbach et al. (1970), Dante (1998), Puig (1996), Zeitz (1999) e Pozo (1998). Todos os sete concordam na caracterização de problema como sendo uma questão para a qual o estudante não detém uma maneira rotineira de solução. Zeitz

(1999) faz o contraste explícito com exercícios, afirmando que para esses o estudante está de posse de um instrumento de resolução imediato. Pozo (1998), no entanto, faz o importante ponto, ao qual voltaremos mais adiante, de que a distinção entre problema e exercício não é nitidamente demarcada.

Esses autores podem ser interpretados como sendo concordantes com a proposta de Polya (1967), que classificou as questões, de um modo geral, em dois grandes grupos: o das questões **rotineiras** e o das questões **não-rotineiras**. As rotineiras são as que exigem, tão somente, a aplicação de uma regra bem conhecida. As não-rotineiras, em contraste, são as que exigem criatividade durante a sua resolução. Claramente as questões rotineiras correspondem a exercícios, enquanto as não-rotineiras correspondem a problemas.

Polya (1967), no entanto, continua por postular que as questões rotineiras não contribuem para o desenvolvimento intelectual e ainda afirma que, das questões rotineiras, o que o aluno pode tirar é apenas uma certa prática na aplicação de uma regra. As questões envolvendo as quatro operações com números naturais estão, dentro da classificação de Polya, no grupo das rotineiras.

Nós, ao contrário de Polya (1967), acreditamos que as questões rotineiras, ou seja, os exercícios, são muito importantes para o desenvolvimento das habilidades matemáticas do estudante. Por um lado, como Davis e McKillip (1997) afirmam,

ensinar crianças a resolver problemas-história tem sido uma tarefa difícil na escola elementar. Esses problemas são importantes porque são o principal veículo – algumas vezes o único – através do qual levamos as aplicações da Matemática (p. 114).

Assim, os exercícios acrescentam um elemento de significado a mais para o estudante e lhe ajuda a contextualizar o formalismo a situações quotidianas.

Por outro lado, a compreensão e internalização dos procedimentos envolvidos na resolução de situações-problema requerem habilidades que só podem ser desenvolvidos com uma convivência maior com eles. Assim, da mesma forma em que o treinamento é essencial para o desenvolvimento de, por exemplo, habilidades esportivas ou musicais, o treinamento, ou seja, a resolução de exercícios, é também essencial para a aquisição da habilidade de resolução de problemas matemáticos. Nesse sentido, observamos que a referida habilidade não é adquirida de uma só vez, mas se desenvolve continuamente, com prática, através do tempo.

De fato, a aquisição gradual da habilidade de resolver problemas nos leva de volta à constatação de Pozo (1998), de que a distinção problema/exercício não é uma bifurcação discreta, mas uma escala contínua. Isto acontece porque a distinção não depende da estrutura da questão, mas é relativa ao conhecimento do estudante. Assim, a mesma questão será um problema para um estudante e um exercício para outro. Ainda mais, será um problema para o estudante num determinado ponto de tempo e um exercício posteriormente. Na verdade, o propósito da Educação Matemática nesse contexto é fazer com que os problemas se tornem exercícios.

Com base nessas considerações, temos usado no presente texto a palavra questão para referir indiscriminadamente a problemas e exercícios. Continuaremos essa prática doravante nesse trabalho.

Questões aritméticas e questões algébricas

Como já mencionamos, a pesquisa sobre as situações-problema tem um volume considerável de trabalhos que procuram determinar os fatores que tornam um problema mais ou menos

difícil para os discentes de diferentes níveis de escolaridade. Outros visam entender as relações entre aritmética e álgebra e sua respectiva transição, entre esses podemos citar Filloy e Rojano (1989) e Linchevski e Hercovics (1996), bem como os trabalhos contidos em Wagner e Kieran (1989). A importância e o estado inconclusivo desses estudos é destacada em Lins e Gimenez (1997, p.113) na seguinte afirmação “O que precisamos fazer é entender de que modo álgebra e aritmética se ligam, o que elas têm de comum. Feito isso teremos encontrado uma verdadeira raiz, o que nos permitirá repensar a educação aritmética e algébrica de forma única.”

Nesse sentido, há, na literatura, várias tentativas de definir “problema aritmética”. Na obra *Elementos de Aritmética*, editada pela F.T.D., encontramos: “*nos problemas de aritmética, ordinariamente procuram-se certos números desconhecidos, por meio de outros conhecidos*” (p. 14). Em Puig e Cerdan (1988, p. 19), lemos: “*um problema será um problema aritmético sempre que os conceitos, conhecimentos ou recursos não estritamente aritméticos dos contextos que aparecem no enunciado não sejam decisivos na hora de resolver o problema*”. Essas caracterizações são típicas do que se encontra na literatura. São demasiadamente latas e, portanto, não permitem discriminar entre questões aritméticas e questões algébricas de maneira satisfatória.

As caracterizações de álgebra tendam a enfatizar a manipulação de símbolos e/ou a generalização de aritmética. Visto, porém, que a álgebra (pensamento algébrico) pode ser feito sem um formalismo, elas não alcançam a nitidez requerida. Assim, preferimos recorrer ao um livro mas antigo, a *Filosofia e Alegria da Álgebra* de Mary Everest Boole¹. Esse livro, escrito quase inteiramente sem qualquer formalismo, caracteriza a álgebra, ou melhor, o pensamento algébrico, como sendo a identificação do que não

1 Ver Boole (2006). O original foi publicado serialmente em 1907/1908 e em forma de livro em 1909.

sabemos, o relacionamento disso com os dados que temos e a utilização dessa relação para resolver a questão. Isto é, identificamos uma incógnita, montamos uma equação e usamos as propriedades da igualdade para determinar o valor da incógnita.

Será necessário destrinchar e especificar a caracterização de álgebra feita por Mary Boole, pois a mesma é somente implícita na sua obra e também será necessário contrastar a referida caracterização com a aritmética. Para tanto, será proveitoso olhar primeira à terminologia utilizada por um dos primeiros algebristas, o matemático árabe Mohammed ibn Mûsâ al-Khowârizmî (fl. 800). Um dos seus tratados mais famosos é intitulado *Hisâb al-jabr w'al-muqâ-balah*, que, significa² ciência da transposição e da oposição (ou cancelamento). O título indica sua visão do que seja a álgebra, pois *al-jabr* é a eliminação de termos negativos através da transposição ($x - 14 = 0 \rightarrow x = 14$), enquanto *al-muqâ-balah* é o ajustamento de termos positivos (da mesma potência) que ocorrem nos dois lados da equação ($x + 14 = 7 \rightarrow x + 7 = 0$). Em termos modernos, então, a álgebra seria a manipulação de equações usando as propriedades da igualdade.

Agora tentaremos sintetizar essas considerações. As primeiras contas de aritmética feitas nas escolas tipicamente têm formas como os seguintes exemplos:

$$\begin{array}{r} 14 \\ +7 \\ \hline 21 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 11 \\ \times 3 \\ \hline 33 \end{array}$$

Às vezes, são dadas um arranjo linear, como equações:

$$7 + 14 = 21 \qquad 3 \times 11 = 33$$

2 A transliteração e significado são oriundos de Eves (1995, p. 266).

Finalmente, uma variável é usada para sinalizar o resultado incógnito:

$$x = 7 + 14 \qquad x = 3 \times 11$$

Assim, temos uma variável (a incógnita x) identificando o que não sabemos (a soma e o produto) relacionado (pela equação) a dados conhecidos (as parcelas e os fatores). Assim, pela caracterização de Mary Boole teríamos uma questão algébrica. No entanto, não temos *al-jabr*, nem *al-muqâ-balah*. De fato, a resolução é feita, exatamente como no arranjo vertical, por uma simples “conta”:

$$x = 7 + 14 = 21 \qquad x = 3 \times 11 = 33$$

Em consequência, parece mas justo afirmar que temos uma questão aritmética, embora seja ela formulada em linguagem algébrica, pois o pensamento usado na sua resolução é inteiramente aritmético.

Em consequência, teremos questões algébricas quando tivermos *al-jabr* e/ou *al-muqâ-balah*, conforme os seguintes exemplos:

$$x - 7 = 14 \qquad 3x + 14 = 2x$$

No primeiro desses dois exemplos, basta manipular algebricamente números, enquanto no segundo é necessário manipular a variável. Assim, chamamos o primeiro tipo de **algébrico concreto** e o segundo tipo de **algébrico abstrato**.

Questões aritméticas requerem, para sua solução, apenas contas baseadas nas tabuadas das operações. Questões algébricas, em contraste, requerem, além de contas aritméticas, manipulações envolvendo as propriedades operacionais da igualdade referente a equação. Logo, questões algébricas tendem a ser de resolução mais difíceis do que questões aritméticas. Mais ainda, as questões algébricas abstratas requerem uma integração mais profunda da linguagem algébrica pelo estudante, para que as variáveis possam

ser tratadas como se fossem números. Assim, questões algébricas abstratas tendem a ser de resolução mais difíceis do que questões algébricas concretas. Dados empíricos que apoiam essas conclusões podem ser achados em Silva (2016) e Santos (2017).

Algumas definições

Podemos sintetizar as considerações feitas até agora através da seguinte série de definições caracterizando os vários tipos de questões:

- Definição 1.** *As propriedades operacionais da igualdade* são aquelas propriedades que transformam uma equação em uma equação equivalente por fazer a mesma operação aritmética nos dois membros da equação original;
- Definição 2.** *As questões aritméticas* são aquelas questões cuja resolução não usa, de maneira implícita ou explícita, as propriedades operacionais da igualdade;
- Definição 3.** *As questões algébricas* são aquelas questões cuja resolução usa, de maneira explícita ou implícita, as propriedades operacionais da igualdade;
- Definição 4.** *As questões algébricas concretas* são aquelas questões cuja resolução usa, de maneira explícita ou implícita, as propriedades operacionais da igualdade aplicadas somente a números;
- Definição 5.** *As questões algébricas abstratas* são aquelas questões cuja resolução usa, de maneira explícita ou implícita, as propriedades operacionais da igualdade aplicadas a variáveis.

Desta forma, questões aritméticas são as em que, após a modelação matemática é feita, a incógnita está isolada num dos membros da igualdade. Nestes problemas, normalmente, a igualdade é utilizada para indicar o resultado da operação realizada, ou seja, a igualdade é usada para representar o resultado das operações aritméticas. Temos, por exemplo,

Esmeralda tinha R\$ 50,00 e ganhou R\$ 20,00 num sorteio. Com quanto ela ficou?

Modelação: $50 + 20 = x$.

Um cinema possui 15 fileiras com 18 cadeiras cada. Não sendo permitido que se assista filme em pé, qual é o número máximo de pessoas que podem assistir um filme por sessão neste cinema?

Modelação: $15 \times 18 = x$.

Nas questões algébricas, após a modelação matemática, a incógnita não está isolada num dos dois membros da equação, necessitando o uso das propriedades de igualdade para efetuar a resolução. Nessas questões, a igualdade é utilizada para indicar a relação de equilíbrio existente entre os dados. No caso em que só precisa transpor números, a questão será algébrica concreta:

Meu pai tinha certa quantia no seu cofre. Depois de guardar a quantia de R\$25,00, passou a ter R\$ 78,00. Quanto papai tinha no início?

Modelação: $x+25 = 78$.

No caso em que é necessário operar com a variável, a questão será algébrica abstrata:

Meu pai tinha certa quantia no seu cofre. Depois de guardar a quantia de R\$25,00, a quantidade que tinha dobrou. Quanto papai tinha no início?

Modelação: $x+25 = 2x$.

Outras fontes de dificuldade

Vimos, então, que a sequência dada por questões aritméticas, questões algébricas concretas, questões algébricas abstratas apresentam, grosso modo, graus crescentes de dificuldade. Há, no entanto, outras fontes de dificuldade. Exploramos, em sequência, os seguintes três fatores: a presença ou não das propriedades aritméticas, dissonâncias semânticas e a presença ou não de conhecimentos extra operacionais.

As propriedades aritméticas

Chamamos de *propriedades aritméticas* as propriedades das operações que não dependam das propriedades de igualdade das equações. São basicamente a comutatividade, a associatividade, a distributividade e as regras dos sinais. Em geral, a presença das propriedades aritméticas aumenta a dificuldade da questão, embora de forma diferenciada. A distributividade, por exemplo, é de dificuldade notória, enquanto a iteração da soma (associatividade) geralmente não é muito problemática. A iteração da subtração (não associatividade), no entanto, poderá ser mais dificultosa:

Rosa tinha R\$ 50,00 e gastou R\$ 20,00 ao pagar a entrada do cinema e ainda gastou R\$ 10 ao comprar pipoca. Com quanto ela ficou?

Modelação: $(50-20)-10 = x$.

A modelação incompleta $50-20-10 = x$ poderá levar a resoluções incorretas do tipo $50-(20-10) = x$. No presente momento, não tentaremos discriminar mais níveis de dificuldade devidos às várias instancias de propriedades aritméticas.

Resumimos essas considerações com as seguintes definições:

Definição 6. As *propriedades aritméticas* são aquelas propriedades das operações aritméticas que não dependam das propriedades da igualdade aplicadas a variáveis.

Definição 7. As *questões simples* são aquelas questões cuja resolução operacional não usa, de maneira explícita ou implícita, as propriedades da igualdade aritméticas.

Definição 8. As *questões compostas* são aquelas questões cuja resolução operacional usa, de maneira explícita ou implícita, as propriedades aritméticas.

Em geral, as questões simples, sejam questões aritméticas ou algébricas, ocasionam menos dificuldade do que as questões compostas.

Devemos observar que a presente classificação é independente da classificação anterior entre questões aritméticas e algébricas. Isto significa que tantas as questões aritméticas, quanto as questões algébricas, podem ser ou simples ou compostas, conforme as propriedades aritméticas estejam aplicadas somente a números ou também a variáveis. Vejamos o seguinte exemplo:

Rosa poupou sua mesada por 10 meses. Ao voltar das férias, gastou o equivalente de 2 mesadas para um caderno; ainda gastou o equivalente de 6 mesadas para um livro. Então, ainda ficou com R\$ 44,00. Quantos reais a Rosa ganha de mesada?

Modelação: $(10x - 2x) - 6x = 44$.

É uma questão algébrica abstrata composta. É composta porque a propriedade de não associatividade da subtração está

aplicada a termos contendo variáveis ($10x$, $2x$ e $6x$). Feitas as subtrações, obtemos $2x = 44$. Para obter a resposta, necessita-se aplicar uma propriedade de igualdade (divisão da equação por 2) a um termo contendo uma variável ($2x$), o que mostra que é algébrica abstrata.

Dissonâncias semânticas

A modelação matemática de uma questão envolvendo as quatro operações aritméticas consiste em escolher as operações apropriadas e usá-las para “montar” uma equação que retrate o conteúdo semântico da situação problema. Todas as operações aritméticas correspondem a diversos conteúdos semânticos. A divisão, por exemplo, pode corresponder, entre outros conteúdos, à repartição, à distribuição ou ao compartilhamento. O aluno geralmente lida com a multiplicidade de conteúdos semânticos através da experiência de fazer várias questões (exercícios!).

Na maioria dos casos, a formulação do conteúdo semântico é diretamente relacionada ao significado da operação a ser usada para modelar o referido conteúdo. Contudo, há casos em que a formulação mascara o conteúdo semântico da questão. Há ainda casos em que a formulação do conteúdo semântico é ambígua, o que poderá resultar em modelações diferentes. Vejamos os seguintes exemplos:

Alberto tem 30 livros. Eriberto tem 18 livros a menos que Alberto.

Quantos livros tem o Eriberto?

Modelação: $30 - 18 = x$.

Alberto tem 30 livros, 18 a mais que Eriberto. Quantos livros tem o Eriberto?

Modelação: $30 - 18 = x$.

No primeiro desses dois exemplos, a frase “18 livros a menos” é consoante com a operação, a subtração, usada na modelação matemática da questão. Diremos, portanto, que se trata de uma questão aritmética harmoniosa. No segundo exemplo, em contraste, a frase “18 a mais” parece indicar que a operação fosse a adição, enquanto o modelo, de fato, usa a subtração. Assim, dizemos que essa questão é aritmética dissonante.

Ainda poderíamos usar o método de Mary Boole e racionar da seguinte maneira: Eriberto tem x livros. Assim, Alberto tem $18+x$ livros e, portanto, $18+x = 30$:

Alberto tem 30 livros, 18 a mais que Eriberto. Quantos livros tem o Eriberto?

Modelação: $18+x = 30$.

Essa modelação faz com que a questão se classifica, não como aritmética dissonante, mas como algébrica concreta harmoniosa.

Podemos perguntar quais das duas modelações reflete melhor a formulação do conteúdo semântico da questão. Um forte, talvez concludente, argumento pode ser feito a favor da segunda delas, pois gramaticalmente a frase “18 a mais que Eriberto”, está em aposição com “30 livros”, o que estabelece a igualdade entre 30 e $18+x$. Do ponto de vista pedagógico, porém, seria implausível imputar ao estudante alvo a maturidade intelectual suficiente de fazer tal análise gramatical da questão. Assim, faz mais sentido manter a classificação dela como uma questão ambígua.

Aqui, a ambiguidade desembocou em modelações equivalentes, no sentido de que as duas equações têm a mesma solução. Isto, contudo, nem sempre é o caso, como no seguinte exemplo que achamos em Mello e Souza³ (1947, p. 43):

3 Mais conhecido pelo pseudônimo Malba Tahan.

Quatro dúzias de perguntinhas, e mais uma, quantas perguntinhas são?

Modelação: $x = (4 \times 12) + 1$.

Modelação: $x = 5 \times 12$.

No primeiro modelo, entende-se “mais uma perguntinha”, enquanto no segundo entende-se “mais uma dúzia”. As modelações são incompatíveis. A segunda é aritmética simples, enquanto provavelmente seria melhor considerar a primeira como sendo aritmética composta, visto que há uma hierarquização da ordem em que as operações devem ser feitas.

De novo, sintetizamos nossas considerações por uma sequência de definições:

Definição 9. *As dissonâncias semânticas* são formulações do conteúdo semântico da questão que mascaram a natureza da operação a ser usada na modelação matemática da questão.

Definição 10. *As questões harmoniosas* são aquelas questões que não contêm dissonâncias semânticas.

Definição 11. *As questões dissonantes* são aquelas questões que contêm dissonâncias semânticas.

Definição 12. *As questões ambíguas* são aquelas questões que comportam modelações matemáticas distintas justificáveis, dada a base cognitiva do estudante.

Observamos que, para razões pedagógicas, incluímos na definição de questões ambíguas elementos relativos ao estado de desenvolvimento do próprio estudante. Isto vai contra a tendência

das outras definições que procura estabelecer critérios só a partir das características das próprias questões. No entanto, levantar em conta esses elementos relativos, no caso das questões ambíguas, será útil ao professor.

As questões dissonantes são mais difíceis do que as questões harmoniosas, enquanto as questões ambíguas são difíceis de classificar em termos da sua dificuldade relativa. O professor pode usá-las na sala de aula, especialmente quando quer problematizar um conceito ou procedimento. Mesmo assim, provavelmente será prudente evitar usá-las nas avaliações.

Mais uma vez, essa nova classificação é independente das duas classificações anteriores.

Conhecimentos extra operacionais

A última classificação que consideraremos no presente trabalho depende do conceito de conhecimentos extra operacionais. Considere, por exemplo a seguinte questão:

Tenho duas camisas e três calças. De quantas maneiras distintas posso vestir-me usando uma camisa e uma calça?

A escolha da operação a ser usada na modelação matemática da questão não depende só da análise semântica do seu enunciado, mas também do conhecimento, intuitivo ou formal, do princípio fundamental da contagem. Mesmo o estudante que fizesse, por exemplo, um quadro com dupla entrada e concluísse, a partir disto que é suficiente calcular o produto dos números dados no problema não estaria fazendo uso de uma interpretação semântica da operação multiplicação a partir dos dados da questão. De fato, o referido quadro seria uma concretização do princípio fundamental da contagem e é somente com a sua ajuda que o estudante

poderia inferir que a multiplicação é a operação apropriada a ser usada nesse caso.

Em contraste desse exemplo, a seguinte questão é resolvida sem apelo a qualquer conhecimento matemático além do das quatro operações.

Paguei uma geladeira em cinco prestações iguais de R\$ 58,00. Quanto custou a geladeira?

Usando o nosso método definicional para sintetizar essas considerações temos:

Definição 13. Os *conhecimentos extra operacionais* são conhecimentos matemáticos de outros campos da matemática, além das operações aritméticas e as propriedades da igualdade.

Definição 14. As *questões independentes* são aquelas questões que não dependem, para a sua resolução, de conhecimentos extra operacionais.

Definição 15. As *questões dependentes* são aquelas questões que dependem, para a sua resolução de conhecimentos extra operacionais.

Questões dependentes são claramente mais difíceis do que questões independentes porque, em questões dependentes, o estudante precisa levar em conta informação matemática estranha ao conteúdo semântico relacionado às quatro operações aritméticas.

Mais uma vez, observamos que a distinção entre questões independentes e dependentes é independente das três outras classificações já feitas.

Considerações finais

As implicações metodológicas desses resultados são que muitas das recomendações constantes nos livros de metodologia do ensino das questões envolvendo as quatro operações precisam ser revistas. Em especial, o professor poderá não estar consciente do nível de dificuldade, por exemplo, dos quesitos feitos nas suas avaliações. Desta forma, propomos o seguinte instrumento simples que poderá ajudar o professor a determinar, de grosso modo, o nível de dificuldade das questões envolvendo as quatro operações aritméticas:

Questão: Alberto tem 30 livros, 18 a mais que Eriberto. Quantos livros tem o Eriberto?				
Ambiguidade	Modelo A	$30 - 18 = x$		
	Modelo B	$18 + x = 30$		
Modelo	Tipo	Composta	Dissonante	Dependente
A	Aritmética	—	A	—
B	Algébrica concreta	—	—	—
	Algébrica abstrata			

Quadro 1 – Instrumento para determinação de nível de dificuldade

Fonte: Os autores.

O instrumento registra a questão e a sua modelação. No caso de haver ambiguidade, os dois (ou mais) modelos são registrados. No exemplo, a questão é ambígua, tendo dois modelos, A e B. Segundo o modelo A, é uma questão aritmética dissonante. Segundo o modelo B, é algébrica concreta, não tendo elementos adicionais de dificuldade.

Observe que o instrumento somente assinala os elementos adicionais de dificuldade. Assim, a classificação mais completa

de modelo A seria aritmética, simples, dissonante, independente. Para modelo B, temos algébrica concreta, simples, harmoniosa, independente.

Referências

BECKENBACH, E. F. et al. **Sugerencias para resolver problemas**. México: Trillas, 1970.

BOOLE, M. E. **Filosofia e Alegria da Álgebra**. Trad de M. F. dos Anjos e J. A. Fossa. Natal: Editora da UFRN, 2006.

DANTE, L. R. **Didática da Resolução de problemas de Matemática**. São Paulo: Ática, 1998.

DAVIS, E. J.; MCKILLIP, W. D. Aperfeiçoando a resolução de problemas-história na matemática da elementary school. In KRULIK, S.; REYS, R.E. **A resolução de problemas na matemática escolar**. Tradução de H. Domingues e O. Corbo. São Paulo: Atual, 1997.

EVES, H. **Introdução à História da Matemática**. Trad. de H. H. Domingues. Campinas: Editora da UNICAMP. 1995.

FILLOY, E.; ROJANO, T. Solving equations: the transition from arithmetic to algebra. **For the Learning of Mathematics**, v. 9, n. 2, p. 19-25, 1989.

KANTOWSKI, M. G. Algumas considerações sobre o ensino para resolução de problemas. In: KRULIK, S. e REYS, R. E. (Orgs.). **A Resolução de Problemas na matemática Escolar**. Tradução: H. Domingues e O. Corbo. SP: Atual. 1997.

LESTER, F. K. Mathematical problem solving research. In R. J. Shumway (Ed.). **Research in mathematics education**. Reston, VA: NCTM, 1980

LINCHEVSKI, L.; HERSCOVICS, N. Crossing the cognitive gap between arithmetic and algebra: operation on the unknown in context of equations. **Educational Studies in Mathematics**. Genebra, v. 30, 39-65, 1996.

LINS, R. C.; GIMENEZ, J. **Perspectivas em aritmética e álgebra para o século XXI**. Campinas: Papirus, 1997.

MARTÍNEZ, E. C. **Niveles de comprensión en Problemas verbales de comparación multiplicativa**. Granada: Editorial COMARES, 1995.

MELLO E SOUZA, J. C. Perguntas e perguntinhas. **Al-Karismi**, ano 2, n. 6, mai. 1947.

POLYA, G. L'enseignement par les problèmes. **L'Enseignement Mathématique**, t. XIII, fasc. 3, 233-241, 1967.

POZO, J. I. et al. **A solução de problemas**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

PUIG, L. **Elementos de Resolución de Problemas**. Granada: COMARES, 1996.

PUIG, L.; CERDAN, F. **Problemas Aritméticos Escolares**. Madrid: Síntesis, 1988.

SÁ, P. F. O que é resolução de problemas, afinal? **Trilhas**, Belém, v. 5, n. 2, p. 11-17, 2005.

SÁ, P. F.; FOSSA, J. A. Arithmetic Word Problems and Algebra Word Problems”. **Journal Internacional de Estudos em Educação Matemática**. São Paulo, v. 5, n. 1, p. 187-225, 2012.

SÁ, P. F.; FOSSA, J. A. “Uma Distinção entre Problemas Aritméticos e Algébricos”. **Educação em Questão**. Natal, v. 33, n. 19, p. 253-278, set./dez. 2008.

SANTOS, R. V. **O ensino de problemas envolvendo as quatro operações fundamentais com números naturais**. 2017. 391 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) - Universidade do Estado do Pará, Belém, 2015.

SILVA, B. G. S. **Ensino de problemas envolvendo as quatro operações por meio de atividades**. 2015. 223f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade do Estado do Pará, Belém, 2015.

Wagner, S.; Kieran, C. (Eds.). **Research Issues in the Learning and Teaching of Algebra**. Reston: NCTM, 1989.

ZEITZ, P. **The Art and Craft of Problem Solving**. New York: John Willey & Sons, 1999.

2



O USO DE FACEBOOK NO PROCESSO DE ENSINO DOS NÚMEROS RACIONAIS

Carla Denize Ott Felcher
André Luis Andrejew Ferreira

Introdução

Em uma sociedade complexa, em constante transformação, evolução e tomada de incertezas, uma educação de qualidade se faz cada vez mais necessária, no sentido de contribuir para a formação de cidadãos pensantes, críticos e reflexivos. No entanto, é comum a situação inversa, na qual se encontram alunos desmotivados, desinteressados e com pouca vontade de aprender, principalmente Matemática.

O reflexo desta situação é percebido nos dados do PISA (OCDE, 2015), sendo que em matemática, 70.3% dos estudantes ficaram abaixo do nível 2 – patamar mínimo necessário para que o estudante exerça plenamente sua cidadania: os estudantes não conseguem responder às questões da disciplina com clareza e identificar/executar procedimentos rotineiros de acordo com

instruções diretas. Borba e Penteadó (2012) citam que os alunos não querem nos escutar.

Em relação a este mesmo público, Serres (2013) caracteriza-os como geração que habita o virtual, que tecla com os polegares e, que culturalmente também pertence a um mundo diferente. Segundo o autor, o uso da *Internet* não se serve dos mesmos neurônios que o uso de um livro, por isso, os jovens de hoje estão muito mais aptos a manipular diversas informações ao mesmo tempo. Neste sentido, cabe questionar o papel que a escola ainda vem desenvolvendo, como transmissora de informações. Belloni (2009) escreve que a escola deve integrar as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), porque elas estão presentes e são influentes em todas as esferas da sociedade.

Dessa forma, considerando, também, o exposto por Braga (2013) quando diz que a tecnologia traz para a prática pedagógica modos mais colaborativos ou reflexivos de ensinar e aprender, as páginas a seguir, trazem como tema um grupo fechado na rede social *Facebook* e, portanto, o seguinte objetivo: Investigar o uso do *Facebook*, através de um grupo fechado, como possibilidade para potencializar o ensino dos números racionais. Para tal, foi desenvolvida uma pesquisa qualitativa, através de pesquisa-ação, com onze (11) estudantes do 7º ano de uma Escola Pública de Canguçu.

Aporte teórico

O aporte teórico traz primeiramente uma discussão sobre o ensino dos números racionais, apontando as tecnologias digitais como uma possibilidade para auxiliar no ensino desse conteúdo, e por fim, um grupo fechado na rede social Facebook como uma dessas ferramentas tecnológicas.

Reflexões sobre o ensino dos números racionais

No contexto do movimento da Matemática Moderna, adota-se um enfoque formal: “ou o racional é apresentado como o número definido pela classe de equivalência de uma fração, ou é definido como qualquer número que possa ser colocado na forma $\frac{p}{q}$, sendo p e q inteiros quaisquer e q não nulo” (GOMES, 2012, p. 47). Essa definição parece reduzir os números racionais em algo simples, porém a realidade demonstra que o trabalho com este conjunto numérico envolve diversas dificuldades no que se tange à aprendizagem do aluno.

Nesse sentido, Hilton (apud LOPES, 2008), trazendo para discussão uma conferência proferida por este, em 1980 nos Estados Unidos, é bastante enfático ao dizer que as frações deveriam ser ensinadas como parte do currículo elementar. E não somente em momentos estanques, configurando capítulo de livro ou um tema do currículo elementar da Matemática.

Diante do exposto por Hilton, Lopes (2008) afirma que nunca deveríamos ter ensinado as frações da forma como foram e, ainda, são ensinadas. Referindo-se aqui ao que os livros didáticos trazem como aplicações das frações chamada por Hilton de aplicações enganosas. Um exemplo apresentado por Lopes (2008) pode ser observado a seguir - “João comeu $\frac{3}{17}$ avos de um bolo, seu irmão comeu $\frac{5}{9}$ do que restou... Quanto sobrou para sua irmã?”.

Em relação às dificuldades que envolvem a aprendizagem dos racionais, percebe-se que nos anos iniciais do Ensino Fundamental quando começam os números racionais, há uma ruptura com os números naturais. De acordo com os PCN (BRASIL, 1998), o aluno que raciocina sobre os números racionais como se fossem naturais enfrenta vários obstáculos, a começar pela representação que pode ser feita por diferentes (e infinitas) escritas fracionárias; a comparação entre racionais não é mais tão clara e simples quanto nos naturais; o “tamanho” da escrita numérica também

começa a deixar dúvidas, sem falar que as operações apresentam outras regras, e antecessor e sucessor praticamente não se fala mais.

Os PCN (BRASIL, 1998) citam que, embora números racionais seja um conteúdo do Ensino Fundamental, o que se observa é que essa dificuldade persiste até mesmo no Ensino Superior, aonde os alunos chegam sem entender o significado e com dificuldade nos cálculos. E essas podem acarretar prejuízos à progressão nos estudos. Nesse sentido, é fundamental questionar o porquê de tamanha dificuldade no ensino de tal conteúdo.

Sobre como ensinar frações, Lopes (2008) propõe um conjunto de atividades cujo objetivo, entre outros, é o desenvolvimento do sentido numérico em grau crescente de complexidade, a ser explorado em todo o ensino fundamental. Entre elas destacam-se apresentar aos alunos situações que possibilitem a problematização e exploração da noção de metade em contextos de comparação; explorar a metade da metade e, a metade da metade da metade; investigar o sentido das palavras que tenham a ideia de parte, como por exemplo, quinto na expressão “quintos dos infernos”; explorar atividades de resolução de problemas focados na visualização.

A construção correta do conceito de fração mostra-se de extrema relevância, visto que, conforme aponta os PCN (BRASIL, 1998), embora no cotidiano o uso de frações seja menos frequente, o conceito é utilizado em outros conteúdos, tais como: proporções, equações, sistemas, entre outros. Ainda, quando nos deparamos com uma dízima periódica, a representação na forma fracionária favorece um resultado mais preciso. Assim, buscando repensar o ensino das frações, no sentido de torná-lo mais eficaz, percebe-se as tecnologias digitais como uma possibilidade.

As tecnologias digitais no ensino da matemática

para Levy (1999) essa sociedade Informacional é o “segundo dilúvio”, usando palavras de Roy Ascott e, acrescenta, que este dilúvio não terá fim. Como resultado desta revolução, Costa (2009, p. 69) escreve que “crianças pequenas que recém entraram na escola já conseguem operar com mais competência no universo tecnológico em que vivemos, do que boa parte dos seus pais e professores”.

Acrescenta Borba, Silva e Gadanidis (2015) que as tecnologias estão mudando a própria noção do que é ser humano. Normas e valores estão sendo modificados pela Internet, *tablets* e telefones celulares, isso tudo em um ritmo diferente da escola, acentuando ainda mais o abismo entre estes. Pontuam ainda, que a busca por mudanças no sentido de uso das TD na escola não ignora a importância das regras para o uso, no entanto, questiona por que os alunos em nome da produção do conhecimento não podem acessar uma tecnologia para responder o proposto, sabendo que lá há as respostas. Nesse sentido, é importante discutir o emprego das TD no processo de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, Kenski (2012) fala que

É preciso considerar que as tecnologias – sejam elas novas (como o computador ou a Internet) ou velhas (como giz e a lousa) – condicionam os princípios, a organização e as práticas educativas e impõem profundas mudanças na maneira de organizar os conteúdos a serem ensinados, as formas como serão trabalhadas e acessadas as fontes de informação, e os modos, individuais e coletivos, como irão ocorrer as aprendizagens (p. 76).

D’Ambrosio (2010), ressalta que “o fundamental não é mudar o arranjo dos móveis na sala, mas mudar a atitude do professor”. Borba e Penteado (2012) afirmam que é preciso oportunizar ao aluno uma “alfabetização tecnológica”, para tanto, o computador

deve estar inserido em atividades essenciais, tais como aprender a ler, escrever, compreender textos, entender gráficos, contar, desenvolver noções espaciais, etc. Nesse sentido, o que se busca é oportunizar uma alfabetização tecnológica que permeie o ensino das diversas disciplinas. Não se está aqui pregando a extinção do quadro e do giz, menos ainda do lápis e papel, mas sim questionando a utilização das TD, em busca de resultados mais positivos no ensino e na aprendizagem. Ao mesmo tempo, também se torna fundamental questionar como tais tecnologias serão utilizadas.

Borba e Penteadó (2012) trazem que uma aula expositiva seguida de exemplos no computador parece ser uma maneira de domesticar essa mídia. Nesse contexto Borba, Silva e Gadanidis (2015, p. 25) citam que domesticar uma mídia, “significa utilizá-la de forma a manter intacta práticas que eram desenvolvidas com uma mídia que é predominante em um determinado momento da produção de conhecimento”. Os autores Borba e Penteadó (2012) apostam em propostas pedagógicas que enfatizam a experimentação, visualização, simulação, comunicação eletrônica e problemas abertos. Nesse contexto de múltiplas possibilidades tecnológicas o Facebook, rede social adotada pelos brasileiros é considerada como espaço de aprendizagem.

A rede social *Facebook* como espaço para aprendizagem

O *Facebook* é um site de rede social, considerada a mais popular da história, lançado em 4 de fevereiro de 2004 por Mark Zuckerberg, enquanto aluno da Universidade de Harvard, com o objetivo de focar alunos que estavam saindo e também que estavam ingressando na Universidade, criando, assim, uma rede de universitários. Portanto, os alunos já estão familiarizados com as redes sociais, mesmo que não queiram misturar educação com o lazer, eles já sabem utilizar essas ferramentas, por isso, fica mais fácil explorar seus recursos (PATRÍCIO; GONÇALVES, 2010).

Porém, em inúmeras escolas, as redes sociais são consideradas como elemento de distração, afinal, é fácil viajar neste mundo e esquecer-se dos objetivos, sendo que não são somente os adolescentes que vivem essa situação. Essa realidade faz com que em parte das instituições de ensino o acesso a essas páginas seja bloqueado para os alunos. Assim, para que se possa usufruir desta ferramenta para otimizar o ensino, é preciso que as redes sociais sejam melhor exploradas através de um planejamento com critérios, ética e responsabilidade (LORENZO, 2013).

Borba, Silva e Gadanidis (2015) abordam que diversos são os pesquisadores que têm se empenhado em discutir o papel do *Facebook* na Educação. Em consonância com essa afirmação, Moreira e Januário (2014) citam que na Argentina, o projeto Educare, desenvolvido pela Universidade de Buenos Aires tem como objetivo estudar as potencialidades pedagógicas do uso desta rede social.

No entanto, focando a utilização em sala de aula das redes sociais, há ainda muita resistência por parte dos professores, talvez, como cita Moreira e Januário, “por ser uma tecnologia recente e ainda incompreendida como ambiente virtual” (2014, p. 68). Considera-se de extrema relevância o uso e o estudo do *Facebook*, afinal, o SRS *Facebook* é o escolhido pela população, principalmente pelos brasileiros, sem deixar de mencionar as possibilidades de interação permitidas por esta rede social. Resumindo, Basso et al. (2013) relatam que o *Facebook* tem um enorme potencial para ensino e aprendizagem, porém, traz desafios à educação no sentido de proporcionar um processo dinâmico, no qual o aluno é parte integrante do processo, sendo que os alunos se revelam com ações mais autônomas e responsáveis pela construção do processo.

E, em se tratando de desafios, Moreira e Januário (2014) trazem que o *Facebook* é um desafio complexo para o professor, que precisa dominar os recursos e aplicativos de forma adequada, evitando transformá-lo em repositório de material digital estático,

e assim, perdendo os benefícios da web 2.0, sendo necessário, portanto, propostas com objetivos, metodologia e avaliação delineados e coerentes a proposta e ao objetivo da qualidade da educação.

Assim, o Facebook pode ser utilizados com diferentes objetivos, de acordo com o grupo de atores sociais envolvidos. Devido a isso, é importante conhecer o grupo e propor atividades de acordo com o que se almeja alcançar. Torna-se, fundamental, portanto, o que expressam Ractham e Firpo (2011) quando afirmam que os professores precisam adotar estratégias de aprendizagens diferenciadas, mantendo uma interação honesta, divertida e articulada com a concepção epistemológica adotada. Tais considerações estão presentes nas propostas de investigação aqui em discussão, corroborando com os resultados de mais envolvimento dos alunos com os estudos e fazendo, assim, com que aprendizagens mais efetivas realmente aconteçam.

Percurso Metodológico

O percurso metodológico divide-se em três partes, primeiramente abordando a metodologia e o método empregado na investigação, logo após os participantes da pesquisa e por fim, como foi organizada a proposta no F@ceMAT.

Metodologia e método

A metodologia empregada nessa investigação foi qualitativa através de pesquisa-ação, tendo como pressuposto a ação do professor como pesquisador em aula de aula. Para Gil (2012) a pesquisa-ação é uma proposta alternativa de pesquisa que busca obter resultados socialmente relevantes, no sentido de realmente contribuir com a realidade, transformando-a. Nesse contexto, identifica-se professor e aluno, ambos em estreita relação na busca de solução para os seus problemas.

“A pesquisa-ação é uma forma de investigação-ação que utiliza técnicas de pesquisa consagradas para informar à ação que se decide tomar para melhorar a prática” (TRIPP, 2005, p. 443). Assim, na medida em que a pesquisa-ação permite conhecer a realidade, também proporciona intervir nessa realidade, através de ações, obviamente, mais significativas.

Para analisar os dados foi empregada a *Grounded Theory* ou Teoria Fundamentada/Fundada (TF). De acordo com Recuero (2013, p. 83) essa “teoria deve emergir dos dados, a partir de sua sistemática observação, comparação, classificação e análise de similaridades e dissimilaridades”. Ainda, para a autora (2013) essa teoria é interessante para quem deseja pesquisar o ciberespaço e traz perspectivas importantes, porque trabalha com grande quantidade de dados empíricos, devido à liberdade para lidar com os mesmos. A principal característica da TF é a inversão em relação às pesquisas tradicionais, quando o pesquisador vai a campo com um problema definido e confronta com o referencial teórico. Já nessa perspectiva, o campo e a observação são quem vão fornecer hipóteses para auxiliar na delimitação do problema e construir a teorização (RECUERO, 2013).

Participantes da pesquisa

Os participantes da pesquisa foram alunos do sétimo ano “B”, da Escola Municipal de Ensino Fundamental Victor Marques Porto, localizada em Canguçu/RS. A turma do sétimo ano “B”, composta de 11 alunos, identificados pelas letras maiúsculas do alfabeto (A, AC, B, C, D, G, J, L, M, T e V), que correspondem às letras iniciais dos seus respectivos nomes. Esses alunos, todos eles, já repetiram pelo menos uma vez o ano letivo. Sendo que, quatro destes estão repetindo o sétimo ano pela segunda vez, portanto, nesse ano estão na condição de alunos repetentes.

Em relação a faixa etária, a turma é formada por alunos de 13 a 17 alunos, sendo que a maioria tem 14 anos de idade. E, entre as características que descrevem esses alunos, podemos citar que alguns apresentam apatia durante as aulas, pouca interação entre os pares, falta de vontade de estudar e de compromisso com as tarefas escolares, pouca presença em aula, entre outras. Chama atenção o fato de que os alunos mesmo questionados a respeito de suas dificuldades, raramente se pronunciam.

Ainda, faz-se importante expressar as sérias dificuldades que os participantes deste estudo apresentam, principalmente, em relação à leitura, escrita, interpretação e raciocínio. Dificuldades que comprometem o ensino e a aprendizagem da Matemática e de qualquer outra área do conhecimento. Sem falar que devido a tais dificuldades o desenvolvimento de qualquer conteúdo exige tempo bem maior. Diante do exposto, torna-se justificável a preocupação e o desafio em relação a turma, quando se tem por objetivo desenvolver uma efetiva aprendizagem matemática.

A proposta de trabalho

A proposta de trabalho consistiu-se da criação do grupo fechado no SRS *Facebook*, denominado F@ceMAT, a partir de estudos realizados, características dos alunos e das próprias considerações e observações a respeito de projetos que envolvem redes sociais. Assim, o F@ceMAT foi pensado e, portanto, utilizado para: Avaliação diagnóstica; Portfólio; Pesquisa; Revisão e fixação de conceitos; Construção de conceitos; Repositório de material; Atividade extraclasse; Agenda.

Com o propósito de atender as necessidades acima mencionadas, destaca-se a utilização de mapas conceituais, vídeos, jogos educativos, textos, imagens, desafios, situações-problema, material, objetos de aprendizagem, criação de enquetes e eventos, entre outros, com o objetivo de reforçar conceitos trabalhados em aula, bem como suscitar a construção de novos pensamentos. Tais

atividades buscaram romper com o padrão tradicional de aula de Matemática baseada, simplesmente, na resolução de listas de exercícios, tendo em vista que a leitura, a interpretação, o raciocínio, a aplicação dos conceitos e a criatividade serão essenciais para o êxito deste trabalho.

Acreditando-se, que a interação possibilitada neste espaço virtual contribuirá para o ensino e aprendizagem da Matemática. Desse modo, a interação entre os pares, aluno e professor, aluno e aluno, será priorizada e intensificada neste espaço, visto que, conforme cita Borba e Penteadó (2012), é possível ensinar e aprender Matemática através de interações *on-line*.

Em termos de organização para a realização das tarefas, destaca-se que em alguns momentos os alunos usaram o celular em sala de aula, isso quando a atividade proposta era em grupo; usaram, também, o Laboratório de Informática (LI), geralmente, para a realização de atividades individuais. Ressalta-se, ainda, que para a realização das tarefas a distância o aluno poderia utilizar o LI da escola, em turno inverso. A Tabela 1, a seguir, traz um recorte das primeiras atividades realizadas no grupo F@ceMAT no período de julho a outubro de 2015, detalhando a data quando a mesma foi realizada, se foi individual ou em grupo, bem como se foi na escola ou na modalidade a distância.

Nº	Data	Descrição da atividade	Com quem foi realizada?		Onde foi realizada?	
			Individual	Grupo	Escola	A distância
01	15/07	Criação do grupo				
02	19/07	Mensagem de boas-vindas				
03	19/07	Elaboração de mapa conceitual sobre frações		X		X
04	22/07	Mensagem alertando para tarefa do mapa conceitual				
05	04/08	Pesquisa sobre frações	X		X	

Tabela 1 - Atividades propostas no F@ceMAT

Fonte: Os autores.

Resultados e discussões

No F@ceMAT foram realizadas 30 postagens, sendo 24 dessas, referente a atividades propostas. Para apresentação e discussão neste artigo, serão apontadas três (3) dessas, que passam o conteúdo e que mostram diferentes usos e possibilitam distintas discussões sobre o conteúdo e as tecnologias digitais. Considerando, o exposto por Petrova e Li (2009), os quais citam que atividades com tecnologias precisam estar situadas dentro de uma teoria educacional apropriada, a fim de satisfazer as necessidades dos participantes.

O Frac-soma foi utilizado pela turma de alunos, conforme revela a Figura 1. Esse material é de autoria de Roberto R. Baldino e chama-se Frac-soma 235 pelo fato das peças serem congruentes aos divisores múltiplos de 2, 3 e 5. Ele é distribuído em cores e tamanhos diferentes, sendo que a soma das partes de cada cor deve ser igual a 60 cm; tal atividade vai ao encontro do exposto por Ciscar e Garcia (1988, p. 54): “A destreza que se pode conseguir no manejo dos símbolos relativos às frações e às operações com frações, não é fácil de reter se não tenhamos sido capazes de criar um esquema conceitual a partir de situações concretas”.



Figura 1 - Recortes de postagens no grupo F@ceMAT

Fonte: Facebook.

Após o trabalho com o Frac-soma, os alunos registraram as aprendizagens no grupo, desempenhando, assim, a função de *e-portfolio*¹, Figura 2. Uma das vantagens do *e-portfolio*, na concepção de Demo (2009, p. 42) é proporcionar ao estudante “assenhorear-se de sua trajetória de estudo, exercitando autocontrole produtivo”.

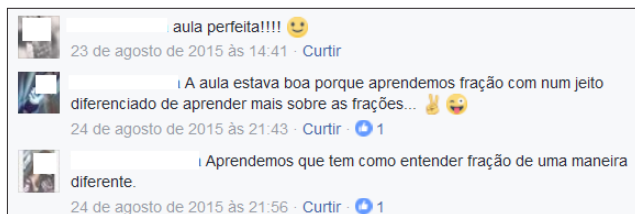


Figura 2. Recortes de postagens no grupo F@ceMAT

Fonte: Facebook.

A Figura 2, acima, traz os comentários das alunas “L”, “J” e “V”, nos quais dois deles sintetizam, do ponto de vista do aluno, a possibilidade de aprender fração de maneira diferente. Afinal, salvo exceções, frações são trabalhadas através de um desenho no papel, colaborando para que a matemática seja considerada uma disciplina de “difícil compreensão e acesso por parte dos alunos de uma forma geral” (MORAIS; MORAIS, 2013, p. 5).

No entanto, os comentários não expressam o que exatamente foi trabalhado com o material. Assim, trabalhou-se o conceito propriamente de fração, comparação, equivalência e operações, de acordo com a dificuldade apresentada pelos alunos. A partir de questionamentos lançados pelo professor e através da manipulação do material, os alunos deveriam respondê-lo. Entre os

1 E-portfólios são coleções eletrônicas de documentos e outros objetos que sustentam necessidades individuais dos estudantes com respeito ao que está sendo ventilado no curso (BARRET apud DEMO, 2009, p. 42)

questionamentos propostos citam-se os seguintes: Quantos meios cabem em um inteiro? O que é maior: dois terços ou um meio? Quantas partes azuis são necessárias para obter uma fração equivalente ao inteiro? Quanto é $\frac{1}{2}$ mais $\frac{1}{3}$? Ressaltando que nesse último questionamento foi possível somar frações com denominadores diferentes sem o cálculo do mínimo múltiplo comum (MMC).

A Figura 3 é uma imagem que traz o símbolo de conjuntos matemáticos, organizados de acordo com a sua relação. Solicitou-se aos alunos que refletissem sobre a imagem, relacionando-a com o que foi discutido em aula, já que foi apresentado o conjunto dos números racionais. No espaço de sala de aula, os alunos foram questionados inúmeras vezes. De fato, propõe-se tarefas, mas, na verdade, fica-se com uma incógnita acerca do que o aluno sabe ou não sabe, se realmente aprendeu ou não o conceito trabalhado.



Figura 3 - Recortes de postagens no grupo F@ceMAT

Fonte: Facebook.

A tarefa representada na Figura 3 vai ao encontro do que propõe Demo (2009) quando aponta que aprender bem só acontece em ambientes em que o aluno é o centro das atenções e permanece ativo, envolvido, participativo.

A tarefa em (3) foi difícil para os alunos, visto que compreendem que cada símbolo é um conjunto matemático, mas escrever sobre a relação dos mesmos, compreender que o zero, por exemplo, pertence a todos os conjuntos, mas que $2/5$ só pertence ao conjunto dos racionais, necessitou da intervenção do professor em sala de aula, conforme mostra o comentário expresso na Figura 4.

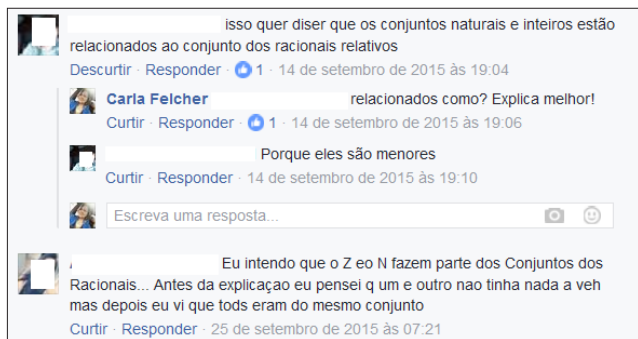


Figura 4 - Recortes de postagens no grupo F@ceMAT

Fonte: Facebook.

O último comentário da Figura 4, acima exposta, mostra uma evolução na maneira de pensar da aluna "J", já que a mesma admite primeiramente ter suposto que não havia relação nenhuma entre os três conjuntos e, agora, percebe que os conjuntos N e Z fazem parte dos racionais, no entanto, fica a dúvida quanto as suas últimas palavras "*vi que todos eram do mesmo conjunto*". Aqui é possível pensar que a aluna não conseguiu se expressar matematicamente

ou que realmente ainda não compreendeu a relação entre os conjuntos apresentados na figura.

A tarefa apresentada na sequência, Figura 5, apresenta um sítio dividido em partes e cada parte com o seu respectivo tamanho é destinada a uma atividade. O questionamento proposto pelo professor é qual a área/fração do sítio é destinada a sede?

Carla Felcher
16 de outubro de 2015

Prezad@s alunos,
vamos realizar a atividade abaixo de maneira colaborativa.

Essa é a propriedade de Arthur:

SOJA $\frac{5}{12}$ SEDE $\frac{1}{12}$ MILHO $\frac{2}{9}$ PASTAGEM $\frac{1}{3}$

Qual a fração da propriedade Arthur destinada a Sede?

Curir Comentar

Figura 5 – Recortes de postagens no grupo F@ceMAT

Fonte: *Facebook.*

As interações ocorridas a partir dessa atividade, mostram que certos alunos somaram as frações apresentadas e a consideraram como resposta, conforme Figura 6, justificando ausência de interpretação da situação.

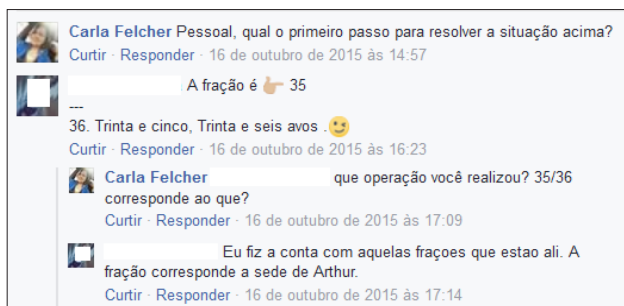


Figura 6 - Recortes de postagens no grupo F@ceMAT

Fonte: Facebook.

Na continuidade das interações, outro aluno apresenta seu raciocínio, que não difere do que foi apresentado pelo primeiro, Figura 7, necessitando que o professor retome o questionamento proposto.

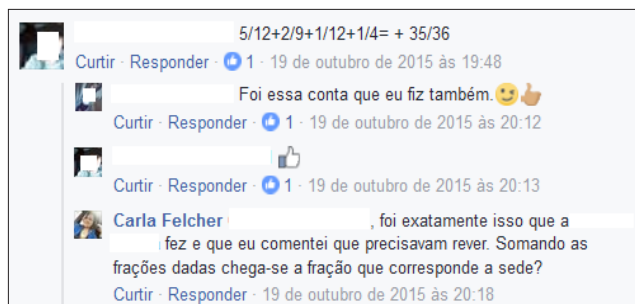


Figura 7 - Recortes de postagens no grupo F@ceMAT

Fonte: Facebook.

As interações continuam de modo a levar os alunos a perceberem que o raciocínio está incompleto. Somando as frações dadas obtém-se a fração do sítio utilizada, quando na verdade, o que se está perguntando é o restante da propriedade, ou seja, a sede, que não tem indicação de quantidade, conforme Figura 8. Assim, o aluno “C” após diversas interações apresenta a resposta correta, 1/36, resposta também apresentada pelo aluno “G”.

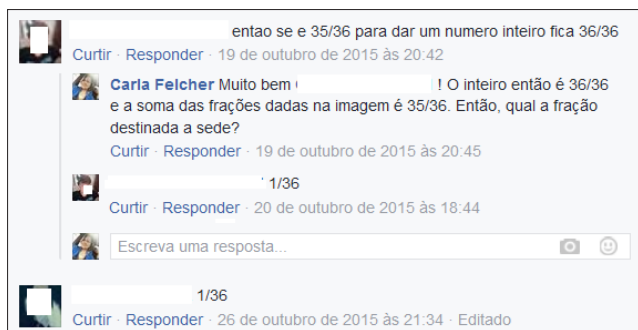


Figura 8 - Recorte de postagem no F@ceMAT

Fonte: Facebook.

As interações entre os alunos nesse espaço virtual têm caráter recursivo, conforme salienta Primo (2011), onde cada ação retorna por sobre a relação, transformando tanto o próprio relacionamento quanto os interagentes que são impactados por elas. Logo, a Figura 9, a seguir, postada pela aluna “V”, realizada juntamente com a aluna “AC” mostra a resposta correta, bem como o raciocínio empregado, que é adequado à situação apresentada.

$$\begin{array}{l} \text{cap } \frac{5}{12} \\ \text{muito } \frac{2}{9} \\ \text{caosmixo } \frac{1}{12} \\ \text{gao } \frac{1}{4} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{cap } \frac{5}{12} \\ \text{muito } \frac{2}{9} \\ \text{caosmixo } \frac{1}{12} \\ \text{gao } \frac{1}{4} \end{array}} \right\}$$

$$\frac{5}{12} + \frac{2}{9} + \frac{1}{12} + \frac{1}{4} = \frac{15+8+3+9}{36} = \frac{35}{36}$$

$$\frac{1}{36} - \frac{35}{36} = \frac{36-35}{36} = \frac{1}{36}$$

Figura 9 - Recortes de postagens no grupo F@ceMAT

Fonte: Facebook.

De acordo com a teoria de Vygotsky (1998), o indivíduo se desenvolve à medida que interage com o meio e com os outros indivíduos através do movimento de internalização e externalização (dialética) de signos e sistemas de símbolos e sofre as interferências desse meio. Então, para Vygotsky, o meio exerce grandes influências no desenvolvimento desse indivíduo, o que nos faz refletir sobre o papel da escola na sociedade contemporânea, bem como do profissional professor e, em especial, das tecnologias, as quais têm papel marcante na sociedade atual. Complementando, Rego (2014) a respeito da teoria de Vygotsky ressalta que a qualidade do trabalho pedagógico tem relação com a capacidade de promoção de avanços no desenvolvimento do aluno.

Kenski (2003) cita a importância do professor compreender as especificidades dos equipamentos e suas melhores formas de utilização em projetos educacionais. Nesse sentido, foi pensado e desenvolvido este grupo, empregando a tecnologia para trabalhar um conteúdo curricular, que os alunos estudam, embora nem sempre aprendam. Esse espaço virtual, nessa perspectiva de trabalho, foi considerado como uma tecnologia do tipo transformação, pois, oportunizou aos alunos a interação para além das cinco horas aula semanais, o esclarecimento de dúvidas, dicas e sugestões de materiais, a construção colaborativa de conceitos, o que contribuiu e facilitou as aprendizagens construídas pelos alunos.

Considerações finais

É indiscutível a presença das TD na vida das pessoas e o quanto estas modificam e influenciam os hábitos e as atitudes dos indivíduos, o que ainda se torna mais evidente quando o público em questão são os jovens. Jovens estes ávidos pelo novo, pela descoberta, buscando romper com sistemas fechados. Nesse sentido, o grupo F@ceMAT foi pensado e construído a cada dia.

Em suma, esse espaço virtual oportunizou o ensino e a aprendizagem dos números racionais de maneira diferenciada, utilizando o SRS *Facebook* para troca, aprofundamento, construções, entre outros, partindo de propostas diversificadas, como foi analisado. Portanto, buscou-se romper com as práticas tradicionais, a começar pela escolha do conteúdo, números racionais, visto que, os alunos estudam, mas certo número parece não aprender. A escolha da turma também foi um desafio, pequena, mas repleta de dificuldades e adversidades, porém, visivelmente merecedora de atenção.

Em relação aos alunos, em especial sobre este sétimo ano, considerados apáticos, pouco questionadores e participativos, notou-se que esta realidade foi se modificando aos poucos. Os alunos foram se envolvendo com a proposta e, cada vez mais, realizando as atividades a distância sem a necessidade de cobrança constante por parte do professor. Assim, o espaço virtual F@ceMAT, apresentado como uma possibilidade para o ensino aprendizagem, destaca-se como componente viável na educação, pois permitiu aos alunos:

- Pesquisar, investigar e construir conhecimento de maneira colaborativa;
- Aprender em ambientes não formais de educação;
- Novas formas de aprender;
- Expressar-se livremente apresentando suas aprendizagens e dificuldades;
- Tornar-se o centro do processo de ensino e aprendizagem.

Um destaque importante dá-se à liberdade de aprender, pois, o aluno pode acessar o espaço virtual de qualquer local, do seu computador ou do seu dispositivo móvel e, dessa forma, esclarecer dúvidas, realizar tarefas, informar-se, entre outros. Rompendo, então, com o paradigma escolar que pressupõe aprendizagem restritamente entre quatro paredes e com um professor dono do saber.

É imprescindível repensar o papel do professor e do aluno, ambos como pares em busca dos objetivos, num espaço virtual que exige troca, discussão, construção e mediação, percebendo que aprender é possível em ambientes formais e informais, desde que, para tal, as redes sociais sejam concebidas como aliadas no processo e inseridas com o propósito definido.

As redes sociais e mais ainda o *Facebook* fazem parte do cotidiano dos indivíduos, porém, aplicadas à Educação ainda configuram uma área recente, necessitando, portanto, de mais estudos e reflexões no sentido de qualificar as experiências. E, em se tratando de Matemática, essa é uma região menos desbravada, o que torna esta investigação ainda mais desafiadora e importante no contexto de ensino e aprendizagem.

Referências

BASSO, M.; BONA, A.; PESCADOR, C.; KOELHER, C.; FAGUNDES, L. Redes sociais: espaço de aprendizagem digital cooperativo. **Conjectura: filosofia e Educação**, v. 18, n. 1, p. 135 – 149, 2013.

BRAGA, D. B. **Ambientes Digitais: reflexões teóricas e práticas**. São Paulo: Cortez, 2013.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. Brasília: MEC/SEF. 1998.

BELLONI, M. L. **O que é mídia-educação**. 3 ed. Campinas: Autores associados, 2009.

BORBA, M. C.; PENTEADO, Miriam Godoy. **Informática e Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2012.

BORBA, M. C; SILVA, R. S. R.; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2015.

CISCAR, S. L.; GARCÍA, M. V. S. **Fracções: La relacion parte-todo**. Madrid: Síntesis, 1988.

COSTA, M. V. **A educação na cultura de mídia e do consumo**. Rio de Janeiro: Lamparina, 2009.

D'AMBROSIO, U. **Educação Matemática: da Teoria à prática**. 19 ed. Campinas, SP: Papirus, 2010.

DEMO, P. **Educação hoje: “Novas” tecnologias, pressões e oportunidades**. São Paulo: Atlas, 2009.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2012.

GOMES, M. L. M. **História do ensino da Matemática: uma introdução**. Belo Horizonte: CEAD-UFMG, 2012.

KENSKI, V. M.. Aprendizagem mediada pela tecnologia. **Revista diálogo educacional. Curitiba**, v. 4, n. 10, p. 47 – 56, set./dez. 2003.

KENSKI, V. M. **Tecnologias e ensino presencial e a distância**. 9 ed. Campinas/SP: Papirus, 2012.

LEVY, P. **Cibercultura**. Tradução: Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Ed. 34, 1999.

LOPES, A. J. O que os Nossos Alunos Podem Estar Deixando de Aprender sobre Frações, quando Tentamos Ensinar Frações. **Revista Bolema**. Rio Claro, v. 21, n. 31, 2008, 1 – 22.

LORENZO, E. M. **A Utilização das Redes Sociais na Educação: A Importância das Redes Sociais na Educação**. 3 ed. São Paulo: Clube de Autores, 2013.126p

MORAIS, L. F.; MORAIS, M. R. S. R. **A transformação da linguagem matemática para a linguagem natural das redes sociais: contribuições didático-pedagógica no PROEJA**. In: SEMANA DE LICENCIATURA, 10., 2013, Jataí. Anais... Jataí: Instituto Federal de Goiás, 2013, p. 1-7. Disponível em: <http://revistas.ifg.edu.br/semlic/article/view/447>. Acesso em 19 nov. 2015

MOREIRA, J A; JANUÁRIO, S. Redes sociais e educação: reflexões acerca do Facebook enquanto espaço de aprendizagem. In: PORTO, C., SANTOS, E. (org). **Facebook e educação: publicar, curtir, compartilhar**. Campina Grande: EDUEPB, 2014, pp. 67-84. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/c3h5q/pdf/porto-9788578792831-05.pdf>. Acesso em 12 nov. 2015.

PATRÍCIO, R.; GONÇALVES, V. Facebook: rede social educativa? In: Encontro Internacional TIC e Educação, 1., 2010, Lisboa. **Anais...** Lisboa: Universidade de Lisboa, Instituto de Educação, 2010, p. 593-598. Disponível em: <http://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/3584/1/118.pdf>. Acesso em 18 nov. 2015.

PETROVA, k.; LI, C. Focus and setting in Mobile Learning Research: A Review of the Literature. **IBIMA**. Montgomery, v. 10, 2009.

OCDE. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **Results from PISA 2015 - Brazil**. Paris: OCDE, 2015. Disponível em: http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2015/pisa_2015_brazil_prt.pdf. Acesso em 10 mar 2018.

PRIMO, A. **Interação mediada por computador**. Porto Alegre: Sulina, 2011.

RACTHAM, P., FIRPO, D. Using Social Networking Technology to Enhance Learning in Higher Education: A case study Using Facebook. In: HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES, 44., 2011, Honolulu. **Proceedings...** Honolulu: HICSS, 2011.

RECUERO, R. Teoria Fundamentada. In.: FRAGOSO, S.; RECUERO, R.; AMARAL, A. **Métodos de pesquisa para Internet**. Porto Alegre: Sulina, 2013.

REGO, T. C. **Vygotsky**: uma perspectiva histórico-cultural da educação. 25 ed. Petrópolis: Vozes, 2014.

SERRES, M. **Polegarzinha**. Tradução Jorge Bastos. Bertrand Brasil: Rio de Janeiro, 2013.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Revista Educação e Pesquisa**. São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ep/v31n3/a09v31n3.pdf>. Acesso em: 01 dez 2014.

VYGOTSKY, L. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

3



ENSINO DO CONTEÚDO DE GASES COM A INSERÇÃO DO ENFOQUE CTS NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Ana Patrícia Martins Barros
Gilberlândio Nunes da Silva
Francisco Ferreira Dantas Filho
Railton Barbosa de Andrade

Introdução

Em uma sociedade científica tecnológica, onde os avanços da ciência estão cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas, faz-se necessário que haja um maior conhecimento e compreensão dos mesmos sobre suas ações e, conseqüentemente, acerca de suas reações no ambiente em que vivem e como estas repercutirão sobre o futuro das próximas gerações.

Mediante essas considerações iniciais, observa-se que a disciplina de química tem procurado abordar a importância da conscientização, contribuindo para formação de um ser crítico e conscientizado. Defende-se que o ensino de Química deve abordar seus conteúdos específicos de modo a promover a aprendizagem

significativa e a formação crítica e reflexiva do estudante, favorecendo, dessa forma, a oportunidade dele poder relacionar os conhecimentos adquiridos em sala de aula com seu cotidiano. A partir dessas observações, percebe-se que focalizar a perspectiva da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (ou CTSA) aos conteúdos de química pode ser uma excelente opção para aumentar o nível de compreensão desses estudantes. Portanto, para essa proposta didática, elencou-se o conteúdo “Estudo dos Gases”, como objeto de estudo, pois se observou que os estudantes apresentam grandes dificuldades quanto à aprendizagem desse conteúdo e pouco entrosamento com o mesmo. Logo, notou-se que há uma desarticulação do tema trabalhado com a realidade do aluno. E isso, conseqüentemente, dificulta resolução de questões a partir de situações-problema.

Para desenvolver esta pesquisa, buscou-se realizar uma excursão que partiu da história do ensino de química, seus avanços e limitações no contexto da Educação básica; buscou-se também enfocar a perspectiva CTSA, estabelecendo-se pontes com a teoria de David Ausubel (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980); em seguida, percorreu-se a respeito das dificuldades de aprendizagem nessa área e, por fim, evidenciou-se o ensino dos gases na perspectiva da educação básica.

Pensando a respeito dessas questões, a pesquisadora elaborou e avaliou uma proposta didática para o conteúdo de gases com ênfase na Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Para tanto, a investigadora procurou inserir como tema gerador a questão da “Poluição atmosférica”, a fim de ensinar os conceitos científicos de gases aos alunos do 2º ano de uma escola pública do Município de Queimadas – PB. A finalidade consistiu em: verificar como os estudantes avaliariam a proposta executada; apresentar as dificuldades de aprendizagem reportada pelos estudantes a partir da aplicação da intervenção didática, e relatar se ocorreu aprendizagem dos conceitos científicos trabalhados durante a execução das atividades pedagógicas.

Fundamentação teórica

O ensino de Química na perspectiva dos objetivos atuais da educação básica

Segundo Nunes e Adorni (2010), na sociedade atual, não há dúvida da alta dose de informações que transitam continuamente e que nem sempre são devidamente tratadas. E a escola, como principal agência de letramento, é a principal responsável por atender a essa demanda dos educandos. Nesse sentido, grande parte dessa tarefa cabe ao professor que, no desenvolvimento do conhecimento técnico científico, tem de desenvolver cada vez mais habilidades em seus alunos. E isso requer, em muitos casos, um trabalho amplo e contextualizado.

Em particular, no ensino da química, percebe-se que os alunos, muitas vezes, não conseguem aprender, porque não são capazes de associar o conteúdo estudado com seu cotidiano. O que resulta em um desinteresse desses educandos pelos conteúdos, já que esse ensino está sendo feito de forma descontextualizada e não interdisciplinar (NUNES; ADORNI, 2010).

Considerando que em alguns casos o professor não está preparado para atuar de forma interdisciplinar, relacionando o conteúdo com o cotidiano dos alunos, Lobato (2007) destaca que os livros didáticos são bastante utilizados como instrumentos educacionais que auxiliam os educadores a organizarem suas ideias, a assimilar os conteúdos e proceder a sua exposição para os alunos. No entanto, o professor deve evitar utilizar apenas deste recurso didático em suas aulas. Mediante esse fato, a realização de pesquisas em salas de aula facilita o processo de ensino-aprendizagem, pois envolve professor e aluno, forma cidadãos mais críticos, com perfis de pesquisadores e enriquece as habilidades dos profissionais da Educação. Além disso, é importante destacar que as aulas se tornam mais atrativas e divertidas e ainda aprimoram o conhecimento adquirido. Outra justificativa é que

a prática de pesquisas envolvendo professor e aluno desenvolve o senso criativo e construtivo, como também incentiva o aluno à leitura e ao diálogo crítico constante, como ressalta Gonçalves et al. (2005).

Cardoso e Colinvaux (2000) ressaltam que a forma como os conteúdos são ministrados influenciam diretamente no processo de desmotivação do aluno, uma vez que a quantidade excessiva de temas é ensinada de maneira confusa e superficial. E por serem ministrados de forma abstrata colaboram com os fatores que desmotivam o estudo da química.

De acordo com a Lei de Diretrizes e Bases (ou LDB), o ensino de química deve contribuir, na educação, de forma a ajudar na construção do conhecimento científico do aluno, inserindo-o no meio em vive, para que esse educando não fica à margem desse conhecimento (BRASIL, 1996). Por isso destaca-se a contextualização desses conteúdos às vivências dos educandos, pois somente assim esses temas terão significados. É possível afirmar que os sentidos desses tópicos só são possíveis de serem estabelecidos se forem contextualizados. Ou seja, abordá-los de forma integrada à realidade faz parte do processo de aprendizagem, porque facilita sua apreensão.

Os PCNEM mostram que a aprendizagem se processa em fases. Na primeira fase, ocorre a mudança conceitual do estudante, só depois é que acontece a fase da contextualização. De acordo com esse documento, a mudança conceitual ocorre em função do confronto entre as ideias do senso comum e as dos conhecimentos científicos. A contextualização é a oportunidade de aproximação do estudo da química às realidades e vivências dos alunos. Ela influencia e colabora com a aprendizagem dos conteúdos que eles possuem maiores dificuldades, fazendo com que haja uma maior motivação para se estudar os fenômenos químicos, que até então estavam distantes do seu senso comum.

É preciso ressaltar que as atividades experimentais devem ser usadas não como um instrumento a mais de motivação para o aluno, mas sim, como um instrumento que propicie a construção e aprendizagem de conceitos e modelos científicos. Para que isso ocorra, é necessário, porém, que haja uma interação onde o aluno deixe de ser um agente passivo e passe a ter oportunidade de relacionar o que foi dito em sala de aula com o exposto nas atividades experimentais.

A prática docente no ensino de química, na maioria das vezes, prioriza a transmissão de informações sem qualquer relação com a vida do aluno, impossibilitando a este o entendimento de uma situação-problema. Segundo Brasil (1999), a aprendizagem de química deve possibilitar aos alunos do Ensino Médio a capacidade de associar os conteúdos que o professor ministra ao longo do ano letivo com sua realidade local, para que esses discentes possam julgar, com fundamentos, as informações adquiridas na mídia, na escola, com pessoas, etc. Com isso, o aluno saberá tomar decisões e, dessa forma, interagirá com o mundo enquanto indivíduo e cidadão. Em relação a esse assunto, Penin (2001) afirma que:

O acesso ao saber não mais seguirá apenas a ordem hierárquica e progressiva como geralmente é disposta na programação de uma disciplina ao longo das séries escolares. A tecnologia disponível, sobretudo através da *Internet*, MS também em programas já existentes, como os de vídeo, possibilita diferentes formas de acesso ao saber [...]. Essas novas oportunidades de aprendizagem, se disponíveis aos alunos, provocam a necessidade de uma mudança profunda na didática utilizada pelos professores. Mais do que seguir um programa, eles precisam relacionar e dar sentido a essa trama a que os alunos estão submetidos (p. 37).

Nessa perspectiva, segundo Alcará (2007, p. 18), “o sucesso do desenvolvimento dos alunos está relacionado à motivação para aprender, na busca de novos conhecimentos e desafios”. Porém, a realidade encontrada nas salas de aula é outra, pois se os alunos não possuem bom desempenho, a culpa é sempre do professor. Já por outro lado o professor acredita que o aluno é o único responsável por seu fracasso escolar. Diante desse contexto, é relevante que o educador promova um clima favorável de ensino, o qual estabeleça vínculos seguros que busque compreender e interpretar as diferentes situações de seus alunos e de sua escola já que, as ações do professor influenciam diretamente no comportamento dos alunos, bem como no processo de aprendizagem (ALCARÁ, 2007).

O ensino do conteúdo gases na educação básica

Segundo Merçon (2012), a Química torna-se fatigante quando é abordada dentro de um contexto sem relevância para o estudante, ou quando o professor se utiliza de uma metodologia tradicional, que requer mais memória do que relações dos conceitos com a realidade dessa ciência, e isso acaba desvinculando esse ensino da prática na qual o aluno está inserido.

Desse modo, observa-se que há uma necessidade de superar esse ensino conteudista. E para isso, é fundamental que haja a promoção e o acesso aos conhecimentos químicos, que permitam a construção de uma visão de mundo mais articulada e menos fragmentada, contribuindo para que o indivíduo se veja como participante de um mundo em constante transformação (BRASIL, 1999, p. 241).

Com relação a isso, os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) advertem que o ensino de Química tem se reduzido à transmissão de informações, definições e teorias isoladas, sem qualquer relação com a vida do educando, exigindo deste a memorização (BRASIL, 1999, p. 67).

Portanto, o ensino praticado ainda segue o modelo tradicional definido por Freire (2011) como “bancário”, uma vez que se prioriza o uso da teorização resultando em uma grande dificuldade dos discentes em correlacionar o que se é transmitido em sala de aula com a sua realidade (VAITSMAN; VAITSMAN, 2006).

Segundo Brasil (2006) torna-se necessário um diálogo mais aprofundado e dinâmico. No âmbito da área de ensino de Química, as abordagens dos conteúdos devem priorizar o dinamismo entre teoria e prática. E isso se dá pela contextualização de conhecimentos em atividades diferenciadas, que enfatizam a construção de significados atrelados aos conceitos, em detrimento da mera transmissão dos conteúdos.

Conforme argumentam Crespo e Pozo (2009), Nuñez e Ramalho (2004) o Ensino de Química ainda se restringe a simples descrição de teorias, que se apresentam aos alunos com um alto nível de abstração, o que reduz ou impede a compreensão real dos fenômenos, gerando um distanciamento entre a vivência dos alunos com o conteúdo ministrado em sala de aula.

Segundo as Orientações Curriculares do Ensino Médio (OCEM), o ensino praticado nas escolas não está favorecendo a compreensão dos processos químicos e suas ligações com o contexto social, uma vez que a prática docente está limitada a simples transmissão de informações sem qualquer relação com o cotidiano dos estudantes (BRASIL, 2006). Também nesse contexto, é possível observar que a preocupação de alguns professores é bastante pequena, no que concerne à tentativa de relacionarem os conteúdos teóricos com o cotidiano dos alunos. Esse tipo de atitude, conseqüentemente, não contribui para uma aprendizagem, de fato, real e significativa. Freire (2011) afirma que o conhecimento para se tornar mais significativo é necessário que consideremos as experiências desses sujeitos inseridos dentro de seu contexto social. Para Schnetzler e Santos (1996), o ensino de Química deve aprimorar a capacidade de tomada de decisão e aprimorar

o senso do estudante. Assim, surge então a necessidade de vinculação do conteúdo abordado em sala de aula com o cotidiano vivenciado pelo aluno, permitindo a este uma melhor construção de suas opiniões e conhecimentos. Como afirma Chassot (2003), no processo de ensino da química deve-se:

Aliar a teoria com a prática no sentido de enriquecer os conteúdos tradicionais e fazer com que o educando perceba que estudar química não é só decorar fórmulas, memorizar fatos, símbolos e nomes, mas sim que a vida cotidiana está relacionada com esta ciência percebendo as relações existentes entre aquilo que estuda na sala com a natureza e a sua própria vida (CHASSOT, 2003 p. 46).

Nesse contexto, os conteúdos devem ser abordados por meio de contextualizações e experiências, de sorte que os próprios discentes percebam a importância de (re)conhecer os conceitos químicos no seu dia a dia, abordando e destacando sempre situações e/ou problemas para um aprendizado mais significativo.

O aprendizado de Química no Ensino Médio deve decorrer de situações significativas, rotineiras e experimentais, problematizadas e aplicadas ao discente para que haja relação entre o seu cotidiano e as práticas vivenciadas por ele nessa ciência (CHASSOT, 2003). Nesse contexto, os conteúdos devem ser transmitidos por meio de contextualizações e metodologias inovadoras, a fim de que os próprios alunos compreendam a importância de enxergar os conceitos químicos no seu dia a dia.

Metodologia

O caminho metodológico desta pesquisa deu-se inicialmente a partir de sua natureza, dos participantes, da coleta, da análise dos dados e da descrição da proposta de ensino para o estudo dos gases químicos.

Natureza da pesquisa

Quanto a esse aspecto, a presente pesquisa possui característica de investigação exploratória. Segundo Gil (2002, p. 41), “as pesquisas exploratórias têm o objetivo de proporcionar uma maior relação com o problema, tendo em vista a construção de soluções”. Ela possui também uma natureza quali-quantitativa. Esse tipo de pesquisa qualitativa, segundo Moresi (2003), caracteriza-se por considerar que existe uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito do estudo, resultando numa ligação onde se tornam inseparáveis o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito. E isto não pode ser representada em números. A relação entre atitudes, bem como a de atribuição de seus significados, é básica em uma pesquisa qualitativa.

Quanto à pesquisa quantitativa, Moresi (2003) define que esse método pode se traduzir em números, opiniões e informações para classificá-la e analisá-la, e para tanto, faz-se uso de técnicas estatísticas e de recursos.

Caracteriza-se também como um estudo de caso, já que um de seus objetivos foi elaborar e avaliar uma proposta didática para o conteúdo “Estudo dos Gases”, utilizando uma propositura com ênfase em CTSA. Utilizou-se, inclusive, de vídeos e imagens como ferramentas auxiliares no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos científicos dos estudos dos gases. Os dados foram coletados através do discurso dos alunos e foram representados em gráficos e quadros e analisados à luz do referencial teórico da área em foco.

Participantes da pesquisa

O público alvo da pesquisa realizada contou com trinta estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual, da cidade de Queimadas.

Universo da proposta

A cidade de Queimadas está localizada na região metropolitana de Campina Grande – PB. O município é composto pelo planalto da Borborema e é cortado pela Serra do Bodopitá. Em 2015, possuía 43.677 habitantes, em uma área territorial de 402.923 km². Está à 119 km² de distância da cidade de João Pessoa, capital do estado.

Proposta didática para o ensino do conteúdo de gases

Conforme Schnetzler e Santos (1996),

Os temas químicos sociais desempenham papel fundamental no ensino de química para formar o cidadão, pois propiciam a contextualização do conteúdo químico com o cotidiano do aluno, além de permitirem o desenvolvimento das habilidades básicas relativas à cidadania, como a participação e a capacidade de tomada de decisão, pois trazem para a sala de aula discussões de aspectos sociais relevantes, que exigem dos alunos posicionamento crítico quanto a sua solução (p. 30).

Pensando neste contexto, a presente proposta didática foi planejada e elaborada para se ensinar o conteúdo químico “Gases”, a partir do tema gerador: “Poluição atmosférica”. Tal proposta visou um ensino contextualizado, interdisciplinar e na perspectiva da CTSA.

Esta proposta foi aplicada no período de quatro semanas e utilizou-se de 3 aulas semanais, as quais totalizaram 12 aulas em outubro de 2017. A intervenção foi dividida em etapas, como pode ser observada no quadro abaixo. Nele, são descritas as etapas da aplicação, bem como da metodologia utilizada e os objetivos que se pretendia alcançar com as atividades realizadas.

Etapas	Objetivo	Materiais/ recurso	Metodologia
1ª 90 Minutos	<p>Rever alguns conceitos químicos;</p> <p>Apresentar o tema que será trabalhado, induzindo os alunos ao autoquestionamento, com algumas questões prévias; demonstrar a importância do presente estudo no conhecimento e vida dos alunos;</p> <p>Apresentar pontos sobre o contexto histórico, relacionados ao conteúdo, utilizando questões iniciais e imagens que retratam seu cotidiano;</p> <p>Observar quais os conhecimentos prévios que os estudantes possuem sobre conteúdo apresentado.</p>	Datashow, quadro e imagens impressas.	<p>Utilizando o Datashow, relembrar conceitos como: matéria, átomo, misturas e substâncias. Serão mostradas imagens no Datashow e impressas. A revisão será concluída com a exibição do vídeo: Poluição Atmosférica e aquecimento global, https://www.youtube.com/watch?v=V-Lk_OOx9tA.</p> <p>Como atividade, os alunos deverão listar todos os tipos de conteúdos químicos que eles conseguirão observar. A exemplos de: misturas, substâncias e elementos químicos. Em seguida, deverão e apresentar o conteúdo e o tema gerador a ser estudado e sua importância.</p>
2ª 90 Minutos	<p>Desenvolver a conscientização e interesse pelo conteúdo trazendo alguns fatos de seu cotidiano;</p> <p>Demonstrar causas e efeitos da poluição atmosférica, relacionando-as com as questões trazidas inicialmente. Iniciar o estudo do comportamento dos Gases;</p> <p>Construir os conceitos sobre os estudos dos gases, enfatizando a importância deste estudo para a realidade do meio em que vivemos;</p> <p>Apresentar as teorias e suas fórmulas matemáticas, relacionadas às grandezas do estado gasoso.</p>	Datashow, texto auxiliar, quadro e lápis.	<p>A partir da Exposição do vídeo na aula anterior, uma leitura coletiva e de um texto auxiliar na presente aula, será realizado um debate do tema, a partir do texto: Poluição atmosférica, Causas, consequências e responsabilidades.</p> <p>Será introduzido o estudo do comportamento dos gases com o desenvolvimento das teorias, fórmulas matemáticas e suas aplicações.</p>

3 ^a 45 minutos	Resolver uma lista de questões contextualizadas.	Listas de exercício, quadro e pinceis.	Nesta aula será realizada a resolução de algumas questões, de forma coletiva, com toda a sala.
4 ^a 90 minutos	Utilizar imagens do cotidiano, fazendo também a releitura de algumas imagens, demonstrando fatos mundiais de causas e consequências da poluição atmosférica; Iniciar aplicação do tópico: Grandezas do estado gasoso;	Datashow, quadro, pincel e exemplos de imagens impressas.	Com uso das imagens impressas os alunos serão divididos em grupo e cada grupo irá receber imagens relacionadas ao conteúdo e ao tema gerador. Os discentes irão discutir, apresentando para os outros grupos a sua visão mediante o conteúdo trabalhado e as imagens exibidas.
5 ^a 90 minutos	Fazer com que os alunos compreenda a relação do conteúdo estudado com o tema gerador “Poluição atmosférica”. Percebam que, para a busca de soluções para tal problema, é necessário compreender as propriedades dos gases e perceber que, além do oxigênio e hidrogênio, existem outros gases. É preciso que eles conheçam também sua origem;	Datashow, mudas de árvore, ferramentas para o plantio.	“Com os vídeos: “Incêndio no lixão da cidade de Queimadas” e “Poluição atmosférica, aquecimento global”, os alunos terão que concluir e defender uma ideia pessoal sobre a importância do presente estudo. Também deverão se questionar qual a relação que as imagens apresentadas possuem com os vídeos. Feito isso, concluiremos o estudo das propriedades dos gases e seus comportamentos, exibindo uma preocupação a partir do conhecimento de seus comportamentos e origem.
6 ^a 45 minutos	Incentivar uma colaboração para a não-poluição do ar, com a plantação de mudas de árvore na própria escola; Fomentar mudanças nas atitudes cotidianas.	Datashow, mudas de árvores, ferramentas para o plantio das mudas.	Com a demonstração de algumas imagens, o professor fará os alunos entender como se comporta o CO ₂ e quais atitudes podem ser feitas em seu dia a dia, para a diminuição da emissão desse gás na atmosfera. Todos irão ao jardim da escola para a plantação de mudas de árvores.

<p style="text-align: center;">7^a 90 minutos</p>	<p>Avaliação da proposta de ensino e da aprendizagem.</p>	<p>Questionário avaliativo impresso com a proposta de ensino e questões referente ao conteúdo trabalhado na execução da proposta.</p>	<p>Avaliação da aprendizagem</p>
--	---	---	----------------------------------

Quadro 01 - Etapas da Proposta Didática para o conteúdo Gases

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

A execução e a avaliação da intervenção iniciaram-se desde a exibição dos vídeos, o desenvolvimento do debate com a apresentação dos grupos, que buscaram relacionar o que assistiram com as imagens e com o conteúdo trabalhado. A aplicação de questões para serem respondidas coletivamente durante a exposição do conteúdo; a diversificação da metodologia até a aplicação de um último questionário, com o objetivo de investigar a aceitação dos estudantes, mediante a metodologia utilizada e a avaliação da proposta metodológica, também foram alvos de avaliação.

Instrumentos de coleta de dados e análise dos resultados

O instrumento utilizado para coleta de dados foi um questionário contendo três questões abertas e duas fechadas totalizando cinco. Tal procedimento permitiu, identificar a opinião dos sujeitos a respeito do objeto de investigação da pesquisa.

Segundo Gil (1999), os questionários podem ser definidos como uma técnica de investigação composta por um número de questões apresentadas por escrito às pessoas, e têm como objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses,

expectativas, situações vivenciadas, etc. O autor ainda destaca vantagens do uso deste método para análise de resultado: possibilita atingir grande número de pessoas; implica menores gastos com pessoal, posto que o questionário não exige o treinamento dos pesquisadores; garante o anonimato das respostas e não expõe os pesquisadores à influência das opiniões ou do aspecto pessoal dos entrevistados (GIL, 1999).

Os resultados das questões de múltipla escolha do questionário avaliativo da proposta de ensino foram organizados e representados em gráficos no software Microsoft Excel 2007. Em seguida, foram analisados, interpretados e discutidos à luz do referencial teórico da área. Para as questões abertas, os resultados foram sistematizados em tabelas e em seguida fez-se a análise de conteúdo de Bardin (1977).

Segundo Bardin (1977), a análise de conteúdo pode ser conceituada como um conjunto de técnicas de análise das opiniões visando obter, por meio de procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção e recepção dessas mensagens. Dessa forma, caracteriza-se, assim, como um meio de tratamento de informação contida nas mensagens. Na utilização desse método, faz-se necessário a criação de categorias relacionadas ao objeto de pesquisa (SILVA et al., 2012).

Resultados e discussão

Análise dos instrumentos de avaliação da proposta didática pelos estudantes da educação básica

Na aplicação do questionário avaliativo, buscou-se observar a aceitação e avaliação da proposta de pesquisa apresentada aos trinta alunos do 2º ano da Escola Estadual da cidade de

Queimadas – PB. Inicialmente, os alunos foram convidados a responder a respeito da aplicação da proposta de ensino realizada pela professora pesquisadora. Os resultados foram sintetizados em um gráfico, conforme mostra a Figura 01 a seguir:

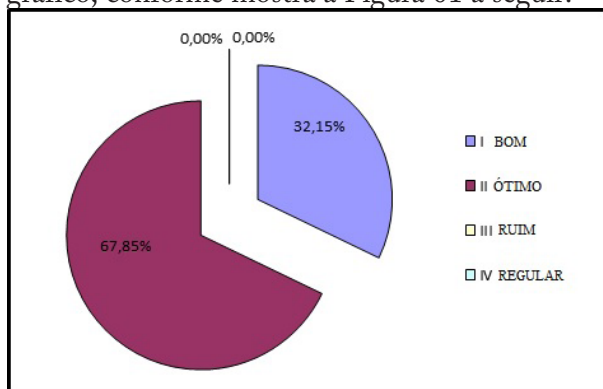


Figura 1 - Como você avalia a proposta apresentada para ensino do comportamento dos gases?

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

A avaliação realizada revelou que 67,85% dos alunos consideraram a proposta de ensino como ótima; 32,15% dos alunos consideraram boa e 0% dos alunos como regular ou ruim. Os resultados mostram que a proposta metodológica aplicada foi bem avaliada pelos alunos no processo de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, a literatura científica descreve que o planejamento de propostas do ensino frente aos conteúdos de química é importante para a aprendizagem dos estudantes. Nesse contexto, Leach et al. (2005) apud Pereira e Pires (2012) ressaltam que as atividades que são planejadas de maneiras sequenciais podem, sim, contribuir para a aprendizagem de diversos conteúdos que se pretende ensinar. Colaborando com esse pensamento, Zabala (1998) afirma que é necessário conhecer as diversas dificuldades de aprendizagem já divulgada em pesquisas realizadas

por pesquisadores da área. Nesse sentido, o planejamento deve apresentar características capazes de promover conflitos cognitivos nos alunos motivando-os assim para uma aprendizagem significativa.

Na questão seguinte, os alunos foram convidados a responder sobre a metodologia utilizada pela professora pesquisadora, ressaltando se esta proposta contribuiu para uma aprendizagem significativa do conteúdo de gases. Os resultados estão expressos na Figura 2, logo abaixo.

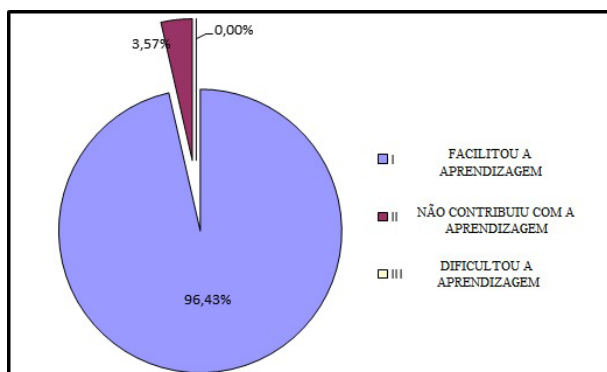


Figura 2: Avaliação dos estudantes quanto à metodologia utilizada para o conteúdo dos gases

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

A Figura 2 mostra os resultados sistematizados na avaliação da metodologia por parte dos alunos pesquisados. Nesta questão, 96,43% dos alunos consideraram que o método utilizado contribuiu consideravelmente para compreensão do assunto enquanto que 3,57% acreditaram que não contribuiu. Os dados expressos mostram que a maioria dos alunos afirmam que a metodologia utilizada colaborou para uma aprendizagem mais significativa. E isso demonstra a necessidade da utilização de ferramentas que possam contribuir e facilitar a compreensão dos diversos

conteúdos na química, relacionando-os sempre com seu cotidiano. Oliveira (2012) afirma que ensinar química relacionando os conteúdos vistos em sala com o cotidiano dos estudantes, torna-se imprescindível para o pensamento reflexivo e desenvolve o senso crítico no aluno, porque contribui com o desenvolvimento cognitivo e favorece sua participação de forma ativa, criadora e construtiva. Nessa perspectiva, Silva et al. (2012) afirmam que compreender os conteúdos de química torna-se mais prazeroso quando são assimilados com o seu cotidiano. Uma vez aplicados os ensinamentos da sala de aula em suas atividades rotineiras, a contextualização pode ser um caminho para aprendizagens significativas. Portanto, é a partir desse percurso que o aluno consegue elaborar um contexto na sociedade capaz de viver estruturalmente e ser capaz de entender os fenômenos e a importância que eles têm a sua volta (WARTHA; FALJONI-ALARIO, 2005).

Silva et al. (2012), ainda ressaltam importância de sempre haver a intervenção da ação pedagógica com as diversidades metodológicas. A exemplo da inserção de ferramentas colaboradoras, das atividades de campo ou do uso de metodologias diferenciadas. Estas, quando aplicadas ao processo de ensino aprendizagem, oferecem discussões diversificadas e tornam-se ferramentas didáticas importantes.

Análise dos dos instrumento de avaliação da aprendizagem dos alunos frente ao conteúdo de gases

Nesta proposta de ensino, foram utilizadas uma diversidade de estratégias didáticas com o objetivo de identificar se as metodologias desenvolvidas na proposta de ensino contribuíram para motivar os estudantes ao estudo da química e para compreensão do conteúdo. Nesse sentido, foi proposta a questão seguinte e os resultados estão expressos no quadro abaixo.

Categoria 01: Você percebeu alguma relação entre o conteúdo ensinado com as questões do seu cotidiano? Justifique.		
Subcategorias	%	Fala dos sujeitos
1.1 Os alunos percebem a relação existente entre o conteúdo estudado e seu cotidiano e justificam com exemplos do cotidiano vinculados aos conceitos estudados.	60,72%	<i>“Sim, porque estudamos como os gases agem e causam o efeito estufa, o derretimento das geleiras, a seca em alguns lugares e enchente em outros, as mudanças climáticas pela poluição do ar e a participação dos gases nesse problema”.</i>
1.2 Os estudantes compreendem a relação do conteúdo e justificam destacando a importância de aprender Química para entender o meio em que vive.	41,43%	<i>“Sim, porque ajudou agente a compreender para que estudar os gases e gostar mais um mais de química e perceber que eles fazem parte do meio ambiente que é onde vivemos e entendi as leis dos gases e como eles se comportam e o quanto é importante cuidar do meio ambiente”.</i>
1.3 Os estudantes relacionam o conteúdo com seu cotidiano, citando a poluição do ar e do lixo como exemplos.	10,71%	<i>“Sim, a poluição dos transportes, o lixo jogado em céu aberto”.</i> <i>“Sim, porque devido o lixo e a poluição dos carros e fábricas e produzimos gases que acabam com a natureza”.</i>
1.4 Os estudantes relacionam o conteúdo de gases com a natureza e com as causas do efeito estufa.	15,71%	<i>“Sim, os gases da natureza que nos ajuda a respirar e os gases provocados pela poluição e que causa o efeito estufa”.</i>
1.5 Os estudantes respondem atendendo, parcialmente, aos objetivos da pergunta.	3,57%	<i>“Sim, pois os gases têm a ver com a química”.</i> <i>“Sim, porque com o que aprendi, vou poder repensar o que faço”.</i>

Quadro 02 - Sistematização das falas dos alunos participantes da pesquisa, com relação ao conteúdo gases ensinado

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

A partir dos resultados expressos no Quadro 02, é possível perceber que 60,72% dos participantes da pesquisa conseguiram relacionar fatos do seu cotidiano com o conteúdo compreendido; 41,43% dos alunos conseguiram relacionar e ainda justificar a importância de compreender o assunto para sua vida diária;

10,71% dos alunos reconhecem a relação e destaca a poluição do ar e do lixo como exemplos de seu cotidiano ligando-os ao conteúdo; 15,71% compreendem o conteúdo trabalhado e relatam relação da natureza e dos problemas do efeito estufa com o cotidiano; 3,57% dos alunos não conseguiram alcançar o objetivo da questão.

Mediante isso, esses dados revelam que a utilização de recursos, quando planejados corretamente, proporcionam ao aluno uma aprendizagem motivadora e reflexiva, tornando-o um ser capaz de refletir sobre suas atitudes e mudanças de hábitos. E isso acaba despertando o interesse desses discentes pelos estudos da disciplina em questão.

De acordo com os resultados, é possível afirmar que houve uma aprendizagem significativa. Segundo Moreira (1995), fazem-se necessárias algumas condições para que ela aconteça, ou seja, o material deve ser potencialmente significativo e o aluno deve apresentar predisposição para aprender. Assim, para que haja a motivação dos alunos, é evidente que o professor deva se preocupar com a inserção de ferramentas metodológicas inovadoras no processo de ensino-aprendizagem.

Quando o aluno consegue relacionar as informações que pretende assimilar com aquelas já internalizadas em sua estrutura cognitiva, ele constrói conceitos e transforma essas informações em conhecimento no processo da aprendizagem significativa. Para Tavares (2004), a ocorrência desse tipo de aprendizagem torna-se potencialmente mais efetiva quando o aluno tem a oportunidade de assimilar a informação através dos canais verbais e visuais. Silva et al. (2012), afirmam que um dos desafios atuais do ensino da Ciência é fazer com que o aluno consiga relacionar os conteúdos da sala de aula com seu cotidiano. Dessa forma, o ensino de Química torna-se mais compreensível, uma vez que os alunos conseguiram associá-lo as suas vivências.

Nesta proposta de ensino, buscou-se avaliar se a estratégia didática apresentada alcançou o objetivo de motivá-los para o estudo de Química, estimulando-os a interações em sala de aula, tanto entre professor/aluno como entre os próprios alunos. Nesse sentido, foi proposta a questão seguinte e os resultados estão expressos no Quadro a seguir.

Categoria 02: A metodologia utilizada pela professora colaborou com interação em sala e lhe motivou para estudar o conteúdo de gases? Justifique.		
Subcategorias	%	Fala dos sujeitos
2.1 Os estudantes afirmam que o método utilizado pelo professor colaborou e lhe motivou a estudar o assunto.	53,57%	<i>“Sim, pois podemos participar bastante e deu mais empenho para estudar, com uma aula diferente aprendemos mais, sobre os gases e de uma forma melhor com vídeos, imagens e uma aula de campo”.</i>
2.2 Os estudantes respondem sobre a interdisciplinaridade usada na proposta metodológica e sua motivação para estudar o conteúdo.	38,57%	<i>“Sim, tudo que a professora trouxe para nos ensinar ajudou a entender e gostar de estudar e a plantar as mudas foi o mais legal, e com os vídeos agente participar mais e entender o assunto de gases”.</i>
2.3 Os estudantes concordam que essa iniciativa contribuiu para eles compreendessem o conteúdo estudado.	14,29%	<i>“Sim, facilitou muito para gente pudesse ter um estudo dos gases, correto e entender”.</i> <i>“Sim, porque o estudo dos gases é importante para nossos estudos e vida”.</i>
2.4 Os estudantes destacaram o interesse pelo conteúdo, fazendo relações, ocorre a participação de toda a turma no desenvolvimento das atividades.	10,57%	<i>“Sim, porque foi muito importante a participação de todos da turma para entendermos o assunto”.</i> <i>“Sim por que foi bem explicado e com a colaboração excelente de todos”.</i>

Quadro 3 - Sistematização das falas dos alunos participantes da pesquisa, avaliando a colaboração da metodologia na motivação e interação com o conteúdo

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Os resultados do Quadro 3 mostram que 53,57% dos alunos avaliaram positivamente a metodologia usada pela pesquisadora, com a inserção de recursos diversificados (imagens, vídeos e aulas em campo). Tais procedimentos sinalizaram para uma aprendizagem significativa, prazerosa, além de terem motivado e despertado o interesse da turma pela disciplina e pelas questões ambientais presentes em seu cotidiano. Conforme já se mencionou, essas estratégias foram desenvolvidas a partir de um tema gerador. Outro dado revelou que 38,57% dos alunos demonstram motivação com as práticas utilizadas e afirmaram ter compreendido o assunto. Já 14,29% dos alunos, destacaram a importância de aprender o conteúdo e concordaram que a utilização destas metodologias contribui para o entendimento do mesmo. Um percentual de 10,57% dos estudantes destacou que as ferramentas e métodos utilizados favoreceram uma compreensão do conteúdo, como também a motivação de toda a turma na participação das apresentações e atividades desenvolvidas durante a pesquisa. Diante dessas constatações, Costa, Silva e Dantas Filho (2016) destacam que a contextualização é ver a vivência dos alunos com suas experiências adquiridas, tornando-os detentores de novos conhecimentos. Bueno et al. (2009) ainda completam que o papel das aulas contextualizadas com a utilização de metodologias inovadoras é adaptar a teoria à realidade. Esse processo pode ocorrer como atividade educacional de várias formas, de acordo com o conteúdo, com a metodologia ou com os objetivos que se pretendem alcançar.

Na sequência de intervenção, os alunos foram convidados a responder ao item que avaliou a aula de campo na visão dos alunos. Os resultados foram sistematizados no Quadro 4.

Categoria 03: Visão dos participantes da pesquisa em relação ao Plantio de mudas e à consciência ambiental.		
Subcategorias	%	Fala dos sujeitos
3.1 Os estudantes descrevem sobre a preservação do meio ambiente e como ela foi importante para os conscientizarem.	53,57%	<p><i>“Contribuiu muito para nos conscientizar ainda mais, e nos ajudar a melhorar o meio em que vivemos”.</i></p> <p><i>“Contribuiu com a preservação do nosso ambiente podemos realizar vários plantios para possamos viver em ar puro sem poluição e nos conscientizou ainda mais e não ajudar apenas a nós mais também á todos”.</i></p>
3.2 Os Sujeitos destacam o plantio das mudas como uma ação bastante significativa, a qual poderá ser continuada futuramente por outras turmas.	41,43%	<p><i>“Trá colaborar para o meio ambiente, purificando o ar, e servindo de exemplo para as outras turmas”.</i></p> <p><i>“Vai ajudar a melhorar o oxigênio e deixar a paisagem mais bonita e também contribui para que o ar circule limpo e para que a poluição diminua”.</i></p>
3.3 Os alunos relacionam o plantio à importância de se ter um ar puro e da preservação do ambiente.	24,29%	<p><i>“Vai colaborar para o meio ambiente ter um ar puro e também as pessoas a plantar e não desmatar”.</i></p> <p><i>“Incentivando a outros alunos a preservar o meio ambiente, e também para uma boa ajuda na limpeza do ar poluente e incentiva as outras pessoas a preservar o ambiente”.</i></p>
3.4 Os sujeitos não atenderam aos objetivos da questão.	5,71%	-----

Quadro 4 - Como os alunos avaliaram a aula de campo com a plantação de mudas durante o processo de execução da proposta de ensino

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

O Quadro 4 mostra que cerca de 53,57% dos alunos demonstraram uma perceptível visão mediante a preocupação com o meio em que vivem, bem como sua preservação, além de destacarem a compreensão pelo conteúdo, relacionando-o com a atividade; Outros 41,43%, compreenderam o objetivo da atividade e destacaram a importância desse método para uma melhor condição de vida, bem como da atitude como forma a ser seguida por outros

colegas da instituição; 24,29% dos alunos destacaram a importância de um ambiente florestado e postaram na preservação de árvores em locais urbanizados; por fim, 5,71% dos alunos não conseguiram alcançar o objetivo da questão.

Como Santos e Mortimer (2000) ressaltam, as atividades com ênfase em CTSA têm como objetivo central preparar os alunos para o pleno exercício da cidadania e caracterizam-se pela abordagem do conteúdo científico no seu contexto social. Isso reforça a ideia de que o ensino baseado na perspectiva CTSA deve oferecer ao aluno uma formação crítica e cidadã. Além disso, o conteúdo científico e os resultados expressos nas Figuras 1 e 2, nos Quadros 2, 3 e 4 colaboram com as ideias desses pensadores, bem como com o processo de aprendizagem dos sujeitos desta pesquisa.

Sobre as aulas de campo, Seniciato e Cavassan (2004) ainda ressaltam a importância de proporcionar uma abordagem contextualizada e interdisciplinar, por acreditarem que elas podem favorecer uma aprendizagem significativa nas mudanças de valores e comportamentos.

Considera-se que esse tipo de ensino voltado para a cidadania, tecnologia, sociedade e ambiente é possível para o ensino de química desde que o professor procure se atualizar e utilizar as tecnologias com fins a melhorar a qualidade do ensino nas escolas públicas ao se utilizar dessas novas formas de abordagem (COSTA; SILVA; DANTAS FILHO, 2016).

5 Considerações finais

Em suma, a presente pesquisa buscou avaliar o interesse dos estudantes a partir da aplicação de uma proposta de ensino com aporte teórico da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel et al. (1980). Esta intervenção didática foi trabalhada sobre a perspectiva da abordagem CTSA e se utilizou de vários recursos

e estratégias metodológicas, com objetivo de gerar uma aprendizagem significativa nos conceitos no estudo dos gases.

A partir da aplicação, os resultados apontaram que os estudantes aceitaram a metodologia de forma positiva, também se percebeu como a pesquisa contribuiu com o processo de ensino-aprendizagem dos alunos. Os dados mostraram que a inserção de metodologias e recursos na proposta didática favoreceu as interações entre professor e aluno.

Os resultados expressos nos quadros sinalizam para importância da inserção de métodos e recursos metodológicos e como estes podem auxiliar os professores no desenvolvimento de conteúdos de forma mais dinâmica, favorecendo o processo de ensino e contribuindo para uma aprendizagem mais significativa por parte dos sujeitos.

Referências

ALCARÁ, A. R. **Orientações motivacionais de alunos do curso de biblioteconomia de uma universidade pública do norte do Paraná.** 2007. 122f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

AUSUBEL, D.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional.** Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BARDIN, Lawrence. **Análise de conteúdo.** Lisboa: Edições 70, 1977, 176 p.

BRASIL. **Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996.** Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília: Câmara dos Deputados, p. 27883, 23 dez. 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais para o Ensino Médio.** Ciências Matemáticas e da

Natureza e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação (Secretaria de Educação Média e Tecnológica), v. 3, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino** – Ciências da Natureza, Matemática e Suas Tecnologias, v. 2, 2006.

BUENO, L. et al.. **O ensino de química por meio de atividades experimentais**: a realidade do ensino nas escolas. Presidente Prudente: Universidade Estadual Paulista/Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2009.

CARDOSO, S. P; COLINVAUX, D. Explorando a Motivação para Estudar Química. **Química Nova**. Ijuí, v. 23, n. 3. p. 401-404, 2000.

CHASSOT, A. **Alfabetização Científica**: questões e desafios para a educação. 3. ed., Ijuí: Unijuí, 2003.

COSTA, A. S.; SILVA, G. N.; DANTAS FILHO, F. F. O uso do Crocodile Chemistry como Ferramenta Auxiliar no Processo de Ensino e aprendizagem dos Conceitos de Ácidos e Bases. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 14. n.8, p.1-10, 2016.

CRESPO, M. Á. G.; POZO, J. I. **A aprendizagem e o Ensino de Ciências do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5 Ed., Porto Alegre: Artmed, 2009.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011.

GIL, A. Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GIL, A. Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GONÇALVES, F. P. et al. Como é ser professor de química: histórias que nos revelam. In: Encontro Ibero-Americano de Coletivos Escolares e Redes de Professores que fazem Investigação na sua Escola, 4., Lageado, 2005. **Anais...**, Lageado: UNIVATES, 2005. Disponível em: <http://ensino.univates.br/~4iberoamericano/trabalhos/trabalho086.pdf>. Acesso em 28 jun. 2016.

LOBATO, A. C. **A abordagem do efeito estufa nos livros de ciência**: uma análise crítica. 2007. Monografia (Especialização em Educação) - Centro de Ciências e Educação Superior à Distância do Estado do Rio de Janeiro, [S. l.], 2007.

MERÇON, F. Estratégias didáticas no ensino de química. **Revista Multidisciplinar de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira**, v. 1, n. 1, p. 79, 2012.

MOREIRA, M. A., **Monografias n° 11 da série Enfoques Teóricos**. Porto Alegre: Instituto de Física UFRGS, 1995.

MORESI, E. **Metodologia da Pesquisa**. Brasília: Universidade Católica De Brasília, 2003. Disponível em: <http://www.inf.ufes.br/~falbo/files/MetodologiaPesquisa-Moresi2003.pdf>. Acesso em: 27 dez.2016.

NUNES, A. S.; ADORNI, D. S. O ensino de química nas escolas da rede pública de ensino fundamental e médio do município de Itapetinga-BA: O olhar dos alunos. In: Encontro Dialógico Transdisciplinar - Enditrans, 1., 2010, Vitória da Conquista. **Anais...** Vitória da Conquista, 2010.

NUÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L. **Fundamentos do Ensino-
Aprendizagem das Ciências
Naturais e da Matemática: O Novo Ensino Médio**. Porto Alegre:
Sulinas, 2004.

PENIN, S.T.S. Didática e Cultura: O Ensino Comprometido
com o Social e a Contemporaneidade. In: CASTRO, A.D.;
CARVALHO, A. M. P. (org). **Ensinar a Ensinar**– Didática para a
Escola Fundamental e Média. São Paulo: Pioneira/Thomson, 2001.

PEREIRA, S. A.; PIRES, X. D. Uma proposta Teórica
– Experimental de Sequência Didática sobre Interações
Intermoleculares no Ensino de Química, utilizando variações
do teste da Adulteração da Gasolina e Corantes de Urucum.
Investigação em Ensino de Ciências. Porto Alegre, v. 17, n. 2, p.
385-413, 2012.

SANTOS, W; MORTIMER, E. F. Concepções de Professores
sobre Contextualização Social do Ensino de Química e Ciências.
In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE
QUÍMICA, 22, 2000. **Anais...** Poços de Caldas, 1999a. v.3, ED.
070.

SCHNETZLER, R. P; SANTOS, W. L. P. Função social: O que
significa ensino de Química para formar o cidadão? **Química Nova
na Escola**. São Paulo, v. 4, p. 28-34, 1996.

SENICIATO, T.; CAVASSAN, O. Aulas de campo em ambien-
tes naturais e aprendizagem em ciências – um estudo com alunos do
ensino fundamental. **Ciência & Educação**, v.1, p.133-147, 2004.

SILVA, J. L. et al. A Utilização de Vídeos Didáticos nas Aulas
de Química do Ensino Médio para Abordagem Histórica e

Contextualizada do Tema Vidros. **Química Nova na Escola**. São Paulo, v. 04, n. 34 p. 189 – 200, 2012.

TAVARES, G. R. Aprendizagem Significativa. Conceitos. 2004. In: **Ciências e Cognição**. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org>. Acesso em 14 ago. 2004

VAITSMAN, E.P.; VAITSMAN, D.S. **Química & Meio ambiente**: Ensino contextualizado. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

ZABALA, A. **A Prática Educativa: como ensinar**. Porto Alegre, RS: Artmed, 1998.

WARTHA E; FALJONI-ALÁRIO, A. A Contextualização no Ensino de Química Através do Livro Didático. **Química Nova na Escola**. v. 22, nov/2005.

4



O ENSINO DE CINÉTICA QUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: ABORDAGEM DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS EM SALA DE AULA AMBIENTE

Welida Tamires Alves da Silva

Gilberlandio Nunes da Silva

Francisco Ferreira Dantas Filho

Thiago Pereira da Silva

Introdução

O processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos escolares de Química, vem passando por mudanças no que diz respeito a maneira como está ciência deve ser abordada em sala de aula. Trabalhos reportados na literatura científica (SILVA JÚNIOR; FREIRE; SILVA, 2012; TOMAZ; SILVA; SIMÕES NETO, 2019), apontam que grande parte deste ensino está enraizado no modelo de transmissão e recepção de conceitos. Para minimizar alguns problemas oriundos deste modelo, se faz necessário a inserção de novas metodologias de ensino nos processos educativos, buscando abordá-las dentro de uma perspectiva contextualizada e interdisciplinar, que favoreça a compreensão dos conteúdos vinculados aos fenômenos presentes no cotidiano dos estudantes.

O processo de ensinar Química deve ser entendido como uma forma de construir conhecimentos com o intuito de instruir, educar e desenvolver o senso crítico das pessoas. Nesse percurso, o professor tem um papel fundamental, pois, é ele quem deve mediar esse processo construtivo através de uma relação interativa e dialógica, promovendo e desenvolvendo os estímulos necessários que colaborem para a construção de uma aprendizagem significativa, a fim de prepará-los para atuar criticamente no convívio social.

No Brasil, a Química é um componente curricular inserida na área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, e tem sua importância no estudo da natureza dos materiais, suas propriedades, constituição, transformações e a energia envolvida nesses processos. A necessidade de popularizar a Química no mundo educacional, abriu novos desafios em relação ao estudo de caminhos que sejam significantes para que os estudantes compreendam o seu papel no desenvolvimento científico e tecnológico da sociedade. Neste contexto, há grupos de pesquisadores e professores planejando e elaborando novas metodologias participativas, com o intuito de colaborar com a melhoria do processo de ensino e aprendizagem, tornando compreensíveis os diferentes saberes escolares estudados nesta ciência (BRASIL, 2002).

Os documentos oficiais curriculares chamam atenção, no tocante ao trabalho com temas geradores, sinalizando que o seu uso, poderá ajudar na compreensão dos diversos fenômenos químicos e físicos presentes no cotidiano do estudante, melhorando a assimilação dos conteúdos estudados (BRASIL, 2007).

Além do uso de temas geradores, as pesquisas científicas apontam que a utilização da experimentação como recurso didático pedagógico nas aulas de Química, poderá contribuir de forma dinâmica e interativa, com a aprendizagem do conteúdo que se deseja ensinar, desde que seja trabalhada dentro de uma abordagem problematizadora ou investigativa (SILVA; MACHADO; TUNES, 2015; ARAÚJO; ABIB, 2003; MARQUES; DANTAS, 2016).

A experimentação investigativa, por exemplo, ela parte de uma situação problema, que é de interesse do estudante, buscando despertar a sua motivação para aprender o conteúdo. Nesta abordagem, leva-se em consideração os conhecimentos prévios que os estudantes trazem consigo do seu contexto sociocultural. Nesse processo de construção da educação científica, valoriza-se os aspectos culturais, a tomada de decisão e a resolução do problema (MONTEIRO, RODRIGUES, SANTIN FILHO, 2017).

Nesse contexto, o presente estudo buscou respostas que viabilizem uma solução para os seguintes questionamentos em foco: É possível desenvolver a capacidade de aprendizagem do aluno ao se trabalhar o conteúdo fazendo o uso da experimentação investigativa? A abordagem de ensino aplicada, contribui para a aprendizagem dos alunos no conteúdo de Cinética Química? Esse tipo de proposta despertará interesse e motivação nos alunos?

Diante do exposto, os objetivos desta pesquisa foram: Avaliar uma intervenção didática através da inserção da experimentação com alunos de uma escola pública estadual do município de Campina Grande – PB, para o conteúdo de Cinética Química; Verificar como os sujeitos da pesquisa avaliaram o trabalho com a experimentação como uma das propostas de ensino; Observar se houve aprendizagem significativa dos conceitos ensinados a partir dos experimentos trabalhados.

Fundamentação teórica

O ensino de cinética química no contexto da educação básica e o uso da experimentação investigativa.

Algumas pesquisas científicas afirmam que os estudantes apresentam dificuldades em aprender os conteúdos de Química (BRASIL, 1999; POZO; CRÉSP, 2009). Um dos pontos considerados como causa dessas dificuldades, tem relação com a desmotivação apresentada por esses sujeitos, quando memorizam os

conteúdos através do uso excessivo de equações matemáticas, símbolos, códigos, nomenclaturas, entre outros, que não colaboram com o seu desenvolvimento cognitivo, nem tão pouco com a compreensão de uma determinada situação problema presente em seu contexto sociocultural. Diante deste cenário, se torna necessário falar em educação para o ensino de Química, buscando trabalhar o processo de ensino, numa perspectiva contextualizada e interdisciplinar, para promover uma ligação dos conceitos estudados com os acontecimentos do cotidiano do aluno. Desta forma, eles poderão perceber a importância da Química numa sociedade caracterizada pelo avanço científico e tecnológico (TREVISAN; MARTINS, 2006).

No que se refere ao contexto histórico do estudo da Cinética Química, foi no século XIX, que muitos estudos experimentais foram realizados, nos quais se observou que alguns fatores, como a concentração dos reagentes, poderia influenciar na velocidade de uma reação. No entanto, foi somente em 1850, quando o físico-químico alemão Ludwig Ferdinand Wilhelmy (1812-1864) estudou a velocidade da inversão da sacarose, onde na primeira etapa procurou estudar a influência do tempo na velocidade da reação de hidrólise da sacarose. Na segunda etapa, estudou a influência da quantidade de açúcar na velocidade dessa reação e foi a partir disso que, a cinética química foi reconhecida como um campo de estudo da Química (MARTORANO, CARMO, MARCONDES, 2014).

No ensino médio o conteúdo de Cinética Química é de extrema importância, porém, tem sido apontado pelos professores como sendo de difícil compreensão, devido a falta do uso de atividades experimentais (CARMO; MARTORANO; MARCONDES, 2014).

Segundo Martorano e Marcondes (2009), a abordagem deste conteúdo tem como objetivo proporcionar ao aluno o entendimento da velocidade de uma reação química e os fatores que a determinam ou a modificam, mas, além disso, leva ao

entendimento do mecanismo de uma reação. Porém, a sua compreensão envolve a interpretação de dados experimentais e o entendimento do caráter dinâmico das partículas, o que exige do aluno um entendimento um pouco mais complexo da natureza da matéria. Para que sua abordagem seja mais compreensível esses autores destacam que:

Um ponto que se pode levar em consideração no planejamento do ensino desse tópico, seria fazer um paralelo entre o conhecimento que o aluno possui e o conhecimento científico de cada programa de investigação científica. Assim, o professor poderá identificar qual é o grau de conhecimento que o aluno possui dentro do tópico cinética química, sendo esse o primeiro passo para superar as dificuldades na aprendizagem deste tópico (MARTORANO E MARCONDES 2014, p. 128).

Neste contexto, apesar de todas as exigências e dificuldades, o conhecimento sobre o tema não pode deixar de ser apresentado, uma vez que ele possibilita uma relação muito próxima com o cotidiano do aluno e, por estar muito presente, pode se tornar um conteúdo agradável e interessante a ser trabalhado dependendo de como é construído em sala de aula.

No que se refere a sua presença na vida cotidiana, pode-se destacar os processos de conservação de alimentos, o uso de catalisadores nos veículos e nas indústrias, sendo aplicada por exemplo, no processo de hidrogenação catalítica que é empregado na produção da gasolina artificial, a partir do carvão e na produção de diversos produtos alimentícios, incluindo a margarina comercial, além da aplicação no controle de tempo de ação dos medicamentos.

É importante destacar, que as abordagens tradicionais de ensino não se tornam suficientes para que o aprendizado da

cinética química ocorra de forma construtiva como se almeja. É necessário que haja a incorporação de novas metodologias a serem articuladas a partir de situações do cotidiano, e é nesse sentido que:

Em razão da utilização de materiais presentes em nosso dia a dia, a realização do experimento é uma possibilidade para as aulas de Química no Ensino Médio para se trabalhar a Cinética Química. Além disso, os alunos aprendem que a Química extrapola as paredes do laboratório e está presente em suas casas e em outros setores da sociedade (TEÓFILO, BRAATHEN E RUBINGER, 2002, p. 44).

Nesta perspectiva, Lima (2000) afirma que a não-contextualização da Química pode ser responsável pelo alto nível de rejeição do estudo desta ciência pelos alunos, dificultando o processo de ensino-aprendizagem. Muitas vezes o ensino de Cinética Química, é abordado através de atividades que são baseadas em aulas expositivas e quase nunca se consideram os conhecimentos prévios dos alunos, nem tampouco se trabalha com situações problematizadoras presentes no cotidiano dos estudantes.

Levando em consideração a maneira como alguns conteúdos são trabalhados por parte do professor e o alto grau de abstração que alguns possuem, torna-se necessário pensar na utilização de novas metodologias participativas que colaborem para facilitar a transposição didática dos conteúdos. Dessa forma, a utilização da experimentação pode ser uma estratégia que contribui para tornar a aula mais atrativa e dinâmica, gerando uma aprendizagem construtiva, desde que seja trabalhada levando em consideração o papel pedagógico que a mesma assume no contexto da educação básica.

Segundo Silva e Soares (2013), o uso de atividades práticas permite uma nova visão do processo de ensino e aprendizagem

por parte do aluno, pois representa uma forma mais dinâmica de aprendizagem, colaborando para se promover o diálogo entre ele e o professor. A utilização de um simples experimento, a partir do uso de materiais alternativos de baixo custo, por exemplo, pode tornar a aula mais significativa para o estudante.

Atualmente já existem um número maior de professores que utilizam a experimentação em suas aulas, através do conteúdo de Cinética Química, existindo diversos trabalhos que trazem uma abordagem dentro desta perspectiva (MARANI; OLIVEIRA; SÁ, 2017).

Silva et al. (2017), em uma publicação que discute sobre a implementação da contextualização no Ensino de Cinética Química, apresentam uma experiência realizada com alunos de turmas do segundo e terceiro ano do ensino médio, onde foi feito um estudo sobre a velocidade da reação de decomposição do peróxido de hidrogênio, também conhecida como água oxigenada. Os procedimentos experimentais foram realizados em algumas etapas: houve o procedimento de verificação da temperatura, influência da concentração dos reagentes, área de contato e efeito do catalisador. Todos os procedimentos envolveram materiais alternativos.

Os autores sinalizam que o desenvolvimento dos experimentos, foram capazes de colaborar na promoção de discussões sobre o papel da experimentação no ensino de Química. Dessa forma, percebe-se que a abordagem empregada, contribuiu com a construção dos saberes científicos, levando em consideração o conhecimento empírico dos alunos. Tal ação, foi capaz de motivar o professor, para buscar melhorar as suas ações pedagógicas em sala de aula. Na discussão dos resultados, os autores ressaltam que a partir das atividades realizadas, houve um aumento significativo no interesse dos alunos pela disciplina de Química, ajudando a esclarecer os conceitos estudados sobre os temas abordados (SILVA et al., 2017).

Para Araújo e Abib (2003), as atividades experimentais investigativas colaboram para o desenvolvimento do trabalho em grupo, observação, discussão e outras características no desenvolvimento da aprendizagem do estudante. Neste processo, leva-se em consideração a busca pela resposta e a explicação dos fenômenos, buscando se apresentar como um desafio para os estudantes, sendo capaz de prender a sua atenção.

Para Oliveira e Soares (2010), este tipo de atividade é realizado pelo aluno, que passa a discutir ideias, elaborar hipóteses, buscando interpretar os fenômenos que estão ocorrendo. Neste percurso, a participação do professor é como mediador do conhecimento.

Metodologia

A pesquisa desenvolvida foi classificada como qualitativa, de caráter exploratória. Neste tipo de pesquisa, busca-se compreender o comportamento das pessoas, estudando as suas particularidades e experiências individuais, entre outros aspectos. Dentro desse contexto, é importante destacar que:

A pesquisa qualitativa preocupa-se com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais tendo como a objetivação do fenômeno; hierarquização das ações de descrever, compreender, explicar, precisão das relações entre o global e o local em determinado fenômeno (GERHARD, SILVEIRA, 2009, p. 32).

Dentro dessa perspectiva, a pesquisa qualitativa pode ser dividida em diversas categorias, nas quais são caracterizadas de acordo com os seus objetivos de estudo. Nesta pesquisa, optou-se em classificá-la como exploratória, que segundo Gil (2002, p. 41), este tipo de estudo “tem como objetivo proporcionar maior

familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses do trabalho de pesquisa”.

O lócus da pesquisa foi a Escola Cidadã Integral Severino Cabral, localizada na rua Compositor Noel Rosa, no bairro de Bodocongó, na cidade de Campina Grande, no estado da Paraíba. A instituição de ensino possui dependência Estadual com Jurisdição na 3ª Região de ensino, tendo como entidade mantenedora o Governo do Estado. O público-alvo desta pesquisa foram 25 alunos matriculados no 2º ano do ensino médio da referida escola. Na Tabela 1, apresenta-se uma sistematização das atividades propostas na sequência didática desenvolvida na escola no período de outubro a novembro de 2018.

TEMA GERADOR/ALIMENTOS		
Etapas	Atividades trabalhadas	Objetivos
1º momento (100 min /2 aulas) Levantamento das concepções prévias dos alunos em relação ao tema gerador.	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação de imagens relacionadas ao processo de apodrecimento e conservação de alimentos; - Apresentação de dois vídeos com representação de moléculas e colisões (9,76s; 1,15min respectivamente); - Apresentação de questionamentos sobre as imagens e vídeos apresentados. 	Identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre as reações químicas ocorridas nos alimentos e discutir o processo de conservação.
2º momento (50 min/aula) Abordagem de um texto de apoio envolvendo o tema gerador intitulado com: “Salga da Carne e a Osmose”.	<ul style="list-style-type: none"> - Entrega do texto aos alunos; - Realização da leitura e discussão do texto; - Atividade de interpretação do texto. 	Discutir a partir do texto, os processos Químicos ocorridos na decomposição da carne e importância de conservação dos alimentos.

Continua...

Conclusão

Etapas	Atividades trabalhadas	Objetivos
3° momento (50min/aula) Revisão sobre alguns conceitos fundamentais de reações Químicas e realização de um experimento com uma maçã.	<ul style="list-style-type: none"> - Exposição teórico-metodológica através de imagens dos conceitos de reações Químicas Química, rapidez de uma reação e colisões; - Explicação do cálculo da rapidez de uma reação Química; - Realização de procedimento experimental processual com uma maçã. 	<p>Revisar através da explanação de imagens conceitos fundamentais para o estudo da Cinética Química e estimular os alunos através da realização do procedimento experimental.</p>
4° momento (50 min/aula) Observação e Discussão sobre o procedimento experimental processual realizado com a maçã e abordagem do tema mecanismo de reação, catálise e catalisador.	<ul style="list-style-type: none"> - Entrega de tabela com questões problematizadoras para serem respondidas através do procedimento experimental; - Discussão das questões da tabela; - Abordagem dos conceitos de mecanismo de reação, catálise e catalisador no Quadro Branco; 	<p>Discutir sobre o fenômeno observado no procedimento experimental: Os fatores causadores dos resultados, reações químicas envolvidas, relacioná-los com a cinética química e compreender os conceitos de mecanismo de reação, catálise e catalisador.</p>
5° momento (100 min /2 aulas) Construção dos conceitos Científicos referentes reações rápidas e lentas, teoria da colisões, energia de ativação e complexo ativado.	<ul style="list-style-type: none"> - Exposição de exemplos através de imagens de reações Químicas rápidas e lentas que ocorrem no dia a dia e definição desses tipos de reações; - Abordagem Científica sobre Teoria das Colisões, energia de ativação e complexo ativado; - Questionamento sobre a possibilidade ou não de alteração das reações Químicas. 	<p>Discutir o conteúdo apresentado e apresentar a conceituação científica dos termos.</p>
6° momento (50 min/aula) Utilização de um quadrinho para fixação do objeto de estudo da Cinética Química	<ul style="list-style-type: none"> - Entrega de uma história em quadrinhos juntamente com um questionário sobre o processo de apodrecimento e conservação de frutas; - Resolução e discussão do questionário a partir da história em quadrinhos. 	<p>Aprimorar e fixar o objeto de estudo da Cinética Química através do tema gerador</p>

Continua...

Etapas	Atividades trabalhadas	Objetivos
<p>7º momento (100 min/2 aula) Abordagem científica do tópico: Fatores que influenciam na velocidade das reações.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Exposição através de slides dos fatores que afetam a velocidade das reações Químicas. - Explicação sobre os fatores influenciadores temperatura, seguido da realização de uma demonstração experimental com materiais alternativos, explicação sobre o fator pressão; - Explicação sobre o fator influenciador superfície de contato, seguido da realização de uma demonstração experimental com materiais alternativos, explicação sobre o fator presença de luz; - Explicação sobre o fator influenciador concentração dos reagentes e realização de uma demonstração experimental com materiais alternativos; - Aplicação de um questionário ao término que cada procedimento experimental sobre o que foi observado. 	<p>Desenvolver o conhecimento dos alunos através da realização e observação de experimentos alternativos e estimular eles verem a aplicabilidade do conteúdo no dia a dia, colaborando para despertar o interesse e gosto pela Química.</p>
<p>8º momento (50 min/aula) Verificação de aprendizagem dos alunos a partir da resolução questões do ENEM e aplicação de um questionário de avaliação da proposta didática apresentada.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Propor para os alunos resolução de questões do Enem - Aplicação de um questionário estruturado com questões objetivas e subjetivas, para a descrição pessoal dos alunos, a fim de contribuir com a proposta didática apresentada. 	<p>Verificar o grau de aprendizagem dos alunos sobre todo o conteúdo abordado e avaliar a proposta através do tema gerador alimentos em função da utilização do cotidiano e da utilização de atividades experimentais fazendo o uso de materiais alternativos.</p>

Quadro 1 - Proposta didática para o Ensino de Cinética Química

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Para atingir os objetivos aqui delimitados neste trabalho de pesquisa, optou-se em fazer uma análise apenas das etapas 3, 4 e 7 da sequência didática, que trata exclusivamente sobre o uso de atividades experimentais.

Ao término dessas etapas, foram aplicados questionários abertos, para verificar o que os estudantes conseguiram assimilar em relação aos conceitos explorados nos roteiros experimentais.

Também foi aplicado um questionário de 4 questões, para que os estudantes avaliassem o trabalho com as propostas experimentais, buscando revelar se as mesmas foram capazes de despertar interesse e motivação pelo conteúdo.

Os dados obtidos foram sistematizados e expressos em figuras e tabelas. A discussão foi realizada levando em consideração as bases teóricas utilizadas para o embasamento desta pesquisa.

Resultados e discussão

Neste trabalho, serão apresentadas as aprendizagens ocorridas nas etapas 3, 4 e 7, que trataram sobre o uso de atividades experimentais, foco de estudo neste trabalho de pesquisa.

Descrição das atividades experimentais realizadas na proposta de ensino para o conteúdo de Cinética Química a partir do tema gerador alimentos.

No terceiro momento da proposta de ensino, que ocorreu em uma aula de 50 minutos, foi realizada uma revisão sobre alguns conceitos básicos e necessários para o estudo da Cinética Química. Dentre esses, o conceito de Cinética Química, rapidez de uma reação e teoria das colisões. Ao fim dessa aula, foi explicado os procedimentos de um pequeno experimento com uma maçã, onde a turma foi dividida em dois grandes grupos, ficando um aluno como representante por cada grupo. O procedimento inicial consistiu em o aluno cortar uma maçã ao meio e manter uma parte da maçã dentro da geladeira e a outra em temperatura ambiente por um período de oito dias.

O início do procedimento experimental realizado, colaborou para que os alunos despertassem um maior interesse pelo conteúdo, trazendo diversos questionamentos, promovendo interações dialógicas e discursivas, o que permitiu fortalecer o seu conhecimento no decorrer das explicações realizadas.

No quarto momento da proposta, que ocorreu no tempo de 50 minutos, os alunos representantes, ficaram responsáveis de recolher a maçã da geladeira e deixar exposta junto a que estava fora. Em seguida, foi entregue a todos os alunos uma tabela, que continha alguns questionamentos a serem respondidos através da observação do processo ocorrido com as partes da maçã. Ao fim da observação e compreensão das reações responsáveis pelo fenômeno ocorrido, foi expresso rapidamente os sub tópicos: mecanismo de reação, catálise e catalisador, no quadro branco.

O Quadro 2 representa uma das respostas aos questionamentos feitos pelos alunos a partir das observações realizadas.

PERGUNTA	RESPOSTA DO ESTUDANTE
O que aconteceu:	
1. Com a parte da maçã que foi colocada na geladeira?	<i>Ela foi congelada, e possível por causa que não há partes externas no fruto que indiquem apodrecimento, podendo ser ingerido no organismo.</i>
2. Aconteceu algo não esperado? Se sim, o quê e porquê?	<i>Não, de acordo com conhecimentos sobre o alimento tudo foi efetivo e está correto.</i>
3. Com a parte da maçã que foi colocada fora da geladeira?	<i>Floruiu um apodrecimento muito evidente, sendo em vez que existe uma maior presença de partes externas no alimento, dando o estender que não pode ser ingerida.</i>
4. Aconteceu algo não esperado? Se sim, o quê e porquê?	<i>Não, o alimento respeito as regras de apodrecimento.</i>

Quadro 2 - resposta do questionário a respeito do procedimento experimental apresentado por um aluno

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Em relação às justificativas dos sujeitos da pesquisa ao Quadro 2, observa-se que, ao observar as partes da maçã, eles afirmaram que a refrigeração se torna um meio de conservação eficaz, fazendo com que neste procedimento parte da mesma maçã pudesse ser consumida normalmente.

No entanto, percebe-se nesta fala, uma ausência de aprofundamento maior em termos conceituais, já que o estudante poderia citar que o escurecimento da maçã acontece devido à atuação de enzimas denominadas de polifenoloxidasas (PPO). Essas enzimas passam a reagir com o ácido clorogênico, na presença de oxigênio, gerando a oxidação das frutas e produzindo pigmentos escuros. A oxidação acaba afetando a vida útil do alimento, pois ele passa a perder nutrientes, além de possuir um sabor desagradável (SALES; BATINGA, 2017).

No entanto, considera-se importante trazer para a sala de aula situações do cotidiano através de atividades experimentais, com o intuito do estudante compreender as aplicações destes conceitos químicos na prática. Dentro desta perspectiva pode-se afirmar que:

A contextualização de conceitos científicos valorizando os conhecimentos prévios, a experimentação, as interações entre aluno-aluno e aluno professor faz resultar na compreensão dos conteúdos de maneira mais efetiva e extremamente gratificante, observando-se um crescente nível de participação dos alunos nas aulas, e demonstração de maior prazer (LIMA et al, 2000, p. 56).

No sétimo momento que ocorreu em 2 aulas de 100 minutos, os sujeitos da pesquisa foram divididos em cinco grupos para trabalhar os conceitos científicos referentes aos fatores que influenciam na velocidade das reações químicas. Dessa forma, foi entregue a cada grupo, alguns materiais alternativos e um pequeno

roteiro para a realização de um experimento que trabalhou com os conceitos de temperatura, superfície de contato e concentração de reagentes.

Ao final da aula, foi feita uma discussão geral do tema em questão, onde aplicou-se um questionário para verificar a aprendizagem dos estudantes. Os Quadros 3, 4 e 5 encontram-se os questionários dos experimentos dos grupos referentes aos três procedimentos experimentais trabalhados.

No Quadro 3, será apresentado os resultados obtidos em relação a aprendizagem do grupo que trabalhou com o conceito de temperatura.

ROTEIRO EXPERIMENTAL	PERGUNTAS	RESPOSTAS DOS ESTUDANTES
<p>Cinética Química: Fatores que influenciam na velocidade das reações.</p> <p>Objetivo Verificar experimentalmente a influência da Temperatura sobre a velocidade de uma reação Química</p> <p>Materiais:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 comprimidos efervescentes; • 2 copos descartáveis transparentes; • Uma quantidade de água a temperatura ambiente e uma quantidade de água quente. <p>Procedimentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adicione uma quantidade de água a temperatura ambiente no copo A e uma quantidade de água quente no copo B; • Adicione ao mesmo tempo um dos comprimidos no copo A e o outro comprimido efervescente no copo B; • Observe o que acontece; • Responda os seguintes questionamentos: 	<p>1- Em qual copo a reação ocorreu primeiro? Como você observou isso?</p>	<p>“No copo B, observamos que o comprimido diluiu mais rápido devido a temperatura”</p>
	<p>2- Em sua opinião, qual fator foi determinante para diferenciar as reações que ocorreram nos copos “A” e “B”? Por quê?</p>	<p>“A temperatura, quanto maior a temperatura, mais rápida ocorre a reação”</p>
	<p>3- O que você faria para retardar as reações que ocorreram nos copos?</p>	<p>“Colocaríamos água gelada”.</p>

Quadro 3 - Resposta do questionário a respeito do procedimento experimental envolvendo a temperatura.

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

O Quadro 3, revela que em relação ao fator temperatura, os alunos conseguiram verificar que a reação ocorreu mais rápida na situação em que a temperatura estava mais elevada, chegando a justificarem que quanto maior for a temperatura em uma determinada situação, maior será a velocidade da reação. Percebe-se que houve uma aprendizagem significativa neste conceito explorado no experimento.

No Quadro 4, será apresentado os resultados obtidos em relação a aprendizagem do grupo que trabalhou com o conceito de superfície de contato.

ROTEIRO EXPERIMENTAL	PERGUNTAS	RESPOSTAS DOS ESTUDANTES
<p style="text-align: center;">ROTEIRO DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL</p> <p>Cinética Química: Fatores que influenciam na velocidade das reações.</p> <p>Objetivo Verificar experimentalmente a influência da superfície de contato sobre a velocidade de uma reação Química</p> <p>Materiais:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 comprimidos efervescentes; • 2 copos descartáveis transparentes; • Uma quantidade de água a temperatura ambiente. <p>Procedimentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adicione uma quantidade de água a temperatura ambiente no copo A e uma quantidade no copo B; • Tritue um dos comprimidos efervescentes; • Adicione ao mesmo tempo o comprimido efervescente inteiro no copo A e o comprimido efervescente triturado no copo B; • Observe o que acontece; • Responda os seguintes questionamentos: 	<p>1- Em qual copo a reação ocorreu primeiro? Como você observou isso?</p>	<p>“Reação (B), que contém o comprimido triturado, ao colocá-lo em contato com a água em temperatura ambiente, as partículas quebradiças dissolveram-se mais rápido”</p>
	<p>2- Em sua opinião, qual fator foi determinante para diferenciar as reações que ocorreram nos copos “A” e “B”? Por quê?</p>	<p>“A superfície de contato, tendo em vista que no reagente (B), onde está a presença do comprimido triturado se dissolveu mais rápido, pois a superfície de contato era maior”</p>
	<p>3- O que você faria para retardar as reações que ocorreram nos copos?</p>	<p>“Diminuiria a superfície de contato, tendo em vista que quanto maior a superfície de contato mais rápido a reação ocorrerá”</p>

Quadro 4 - Resposta do questionário a respeito do procedimento experimental envolvendo a superfície de contato.

FONTE: Dados da pesquisa (2021).

Em análise ao Quadro 4, percebe-se que quando foram feitos os questionamentos sobre o fator superfície de contato, os sujeitos afirmaram que a reação ocorreu mais rápida na situação em que o soluto foi triturado, justificando que quanto maior for a superfície de contato, mais rápida ocorrerá a reação. Percebe-se a partir destes dados que houve uma boa assimilação do conceito por parte do grupo.

No Quadro 5, será apresentado os resultados obtidos a partir do grupo que trabalhou com o conceito de concentração de reagentes.

ROTEIRO EXPERIMENTAL	PERGUNTAS	RESPOSTAS DOS ESTUDANTES
<p align="center">ROTEIRO DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL</p> <p>Cinética Química: Fatores que influenciam na velocidade das reações.</p> <p>Objetivo Verificar experimentalmente a influência da Concentração dos reagentes sobre a velocidade de uma reação Química</p> <p>Materiais:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 comprimidos efervescentes; • 2 copos descartáveis transparentes; • Uma quantidade de água a temperatura ambiente. <p>Procedimentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Corte ao meio um dos comprimidos e deixe o outro inteiro; • Adicione uma quantidade de água em temperatura ambiente em um copo A e a mesma quantidade de água em um copo B; • Ao mesmo tempo, acrescente os comprimidos em cada copo um dos copos (no copo A adicione o comprimido cortado e ao copo B o comprimido inteiro); • Observe o que acontece; • Responda os seguintes questionamentos: 	<p>1- Em qual copo a reação ocorreu primeiro? Como você observou isso?</p>	<p>“Na reação que continha apenas a metade de comprimido houve uma reação rápida, tendo em vista que foi a reação que a diluição ocorreu mais rápido”.</p>
	<p>2- Em sua opinião, qual fator foi determinante para diferenciar as reações que ocorreram nos copos “A” e “B”? Por quê?</p>	<p>“A concentração dos reagentes, pois quanto mais a o quantidade de soluto mais rápida a reação ocorrerá, quanto maior, mais rápido a reação ocorrerá”</p>
	<p>3- O que você faria para retardar as reações que ocorreram nos copos?</p>	<p>“Diminuiria a quantidade de soluto, tornando a reação menos concentrada, quanto menor a concentração, mais lenta a reação ocorrerá”</p>

Quadro 5 - Resposta do questionário a respeito do procedimento experimental envolvendo a concentração dos reagentes

FONTE: Dados da pesquisa (2021).

Em relação ao Quadro 5, percebe-se que na primeira questão, os estudantes apresentaram confusão em sua resposta. No entanto, quando chegaram nas questões 2 e 3, apresentaram respostas favoráveis a explicação, afirmando que quanto maior for a quantidade de soluto, mais rápida a reação ocorrerá, justificando que terá mais partículas para colidirem umas com as outras.

Desta forma, percebe-se que grande parte dos alunos conseguiram atingir o objetivo da atividade, que foi o de desenvolver o entendimento sobre três fatores que influenciam na velocidade das reações químicas. Diante desse resultado, é possível destacar que:

Uma aula experimental, seja ela com manipulação do material pelo aluno ou demonstrativa, não precisa e nem deve estar ligada à instrumentos caros e sofisticados, mas sim, à sua organização, discussão e análise, possibilitando interpretar os fenômenos químicos e a troca de informações entre o grupo que participa da aula (SILVA et al, 2017, p. 2).

Este tipo de abordagem explorada, sinaliza para a necessidade do professor utilizar metodologias participativas, que despertem o interesse, o raciocínio e o entendimento dos conceitos químicos (SILVA et al, 2017).

Como foi possível perceber, uma forma de trabalhar os experimentos nas escolas de ensino médio, é através da experimentação alternativa utilizando materiais de baixo custo, já que muitas escolas públicas não possuem laboratório de Química. O presente trabalho de pesquisa, trouxe experimentos alternativos desta natureza, buscando construir os conceitos de cinética química dentro de uma perspectiva investigativa.

Em seguida, serão apresentados os resultados referentes aos instrumentos de coleta de dados, que objetivaram identificar como os estudantes avaliaram a proposta de ensino. Desta

forma, foram feitos alguns questionamentos referentes a: I- Contribuição da experimentação para o desenvolvimento da aprendizagem; II- Considerações referente a utilização do cotidiano e da experimentação nas aulas; III - Afirmações dos alunos sobre o aprendizado dos conceitos de cinética química sem a utilização das atividades experimentais; IV- Importância da inserção das atividades experimentais nas aulas.

Em relação a primeira questão, 100% dos sujeitos participantes da pesquisa afirmam que a experimentação contribui para que a aprendizagem seja desenvolvida de maneira eficaz. Uma das falas representativas pode ser observada a partir do argumento do aluno 1:

“Às vezes não entendemos o assunto quando vemos apenas o que está no quadro então, eu acho que, uma aula prática ajuda muito na compreensão do conteúdo” (Aluno 1).

Segundo Rauber, Quartieri e Dullius (2017), a experimentação tem o potencial de atuar como uma ferramenta importante no processo de construção do conhecimento, proporcionando aos alunos a possibilidade de estabelecer relações entre a teoria e a prática, incentivando-os a compreender os fenômenos do seu cotidiano. Esses dados corroboram com o pensamento do aluno 1, que enfatiza a importância que as aulas práticas assumiram no seu aprendizado referente ao conteúdo explorado nas aulas.

Em relação à segunda pergunta, 100% dos alunos participantes reconhecem que a utilização do cotidiano para explicação do conteúdo é bastante significativa e quando se interliga com a experimentação, a significância se torna maior. Como justificativa, os alunos trazem uma série de apontamentos, dentre os quais pode se observar o posicionamento do aluno 2, que justifica a importância de relacionar situações do dia a dia com o conteúdo abordado nas aulas, conforme passagem a seguir:

“Por utilizarmos situações do cotidiano, além de aprendermos o conteúdo de maneira simples vemos que, muitas coisas acontecem ao nosso redor e na maioria das vezes nem percebemos” (Aluno 2).

A necessidade de se promover relações entre os conteúdos aprendidos e as situações do cotidiano, se apresenta como algo de extrema importância para o desenvolvimento da aprendizagem do aluno e como um caminho para a promoção do seu letramento científico, na medida em que se colabora com uma formação voltada para o exercício consciente da sua cidadania.

Corroborando com esse pensamento, Cardoso e Colinviaux (2000) afirmam que é através da interação com o mundo cotidiano que os alunos desenvolvem seus primeiros conhecimentos químicos, já que esta ciência se encontra presente em tudo o que está ao nosso redor.

Em relação ao questionamento três, uma grande maioria dos alunos apresentam um posicionamento de que a aprendizagem com o auxílio da experimentação e exemplos do cotidiano, ocorre de forma mais rápida, dinâmica e eficaz. A Figura 6, apresenta os dados referentes em relação a opinião dos estudantes sobre a aprendizagem sem o uso da experimentação.

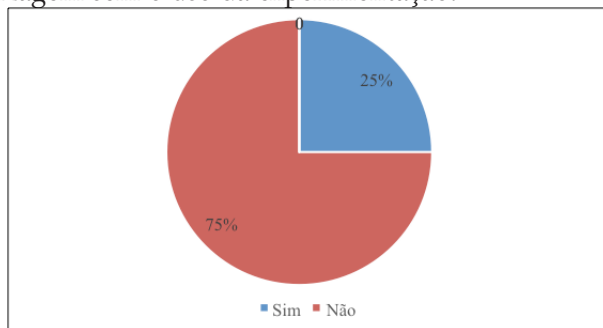


FIGURA 1 - Afirmações dos alunos sobre o aprendizado dos conceitos de Cinética Química sem a utilização das atividades experimentais.

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Os dados expressos na Figura 1, revelam que 75% dos participantes da pesquisa afirmam que se torna mais difícil aprender os conceitos químicos sem a utilização de atividades experimentais. Já 25% dos estudantes sinalizam que conseguem aprender.

Neste sentido, compreende-se que quanto maior for a interação existente entre teoria e prática, mais sólida se tornará a aprendizagem do estudante, cumprindo a sua verdadeira função educacional na construção de um conhecimento significativo e útil para o sujeito.

Dentre os argumentos que justificam a importância da inserção das atividades experimentais nas aulas, observa-se a fala do aluno 3, que afirma:

“Os conceitos científicos como são um pouco complicados, na forma tradicional é muito mais difícil de se compreender, já com a experimentação a aula é mais dinâmica e a compreensão é maior”. (Aluno 3)

Em contrapartida, a não utilização de tais recursos é destacado pelos alunos como uma forma mais difícil de aprender os conceitos. Em decorrência disso, pode-se observar o posicionamento do aluno 4, ao afirmar que:

“Os exemplos e experimentos facilitam o melhor entendimento, acelerando a forma de aprendizagem, sem eles eu aprenderia o conteúdo, porém, de uma forma mais lenta”. (Aluno 4)

Esses resultados trazem uma reflexão sobre o papel do planejamento em sala de aula, bem como a qualidade do ensino de Química que estamos querendo promover aos nossos alunos. Neste sentido, torna-se necessário a adoção de metodologias de ensino que privilegie o uso da experimentação como recurso pedagógico, colaborando com o desenvolvimento cognitivo dos

estudantes, por meio de seu envolvimento, de forma ativa, criativa e construtiva (VASCONCELOS; ROCHA, 2016).

Percebe-se que a intervenção didática favoreceu a aprendizagem dos alunos, revelando que os experimentos utilizados contribuíram para que houvesse índices satisfatórios de aprendizado. Considerando que as atividades experimentais são importantes para o processo de construção do conhecimento, percebe-se que tal ferramenta didática possibilita a comunicação e validação de argumentos, de modo a problematizar o conhecimento dos estudantes em relação aos conceitos envolvidos (GONÇALVES e MARQUEZ, 2006).

Nesta perspectiva, a experimentação favorece o diálogo e a explicitação dos conhecimentos já construídos pelos estudantes, tomando-os como ponto de partida no processo de ensino e aprendizagem e, conseqüentemente, aproximando e integrando teoria e realidade, ao mesmo tempo em que ajuda a desmitificar a ideia de que a Química é uma disciplina sem importância e sem aplicabilidade (RAUBER *et al*, 2017).

Considerações finais

Os resultados obtidos a partir do trabalho com a experimentação investigativa, revelam que o planejamento das atividades para o ensino de cinética química dentro de uma perspectiva construtivista, podem colaborar no desenvolvimento de uma aprendizagem significativa.

Considerando os resultados apresentados, é possível destacar que os discentes avaliaram de forma positiva a proposta de ensino, já que as atividades trabalhadas colaboraram com a aprendizagem dos participantes da pesquisa.

Em concordância com os resultados, percebe-se que os discentes defendem a ideia de que as aulas de Química com a inserção de atividades experimentais, colaboram com a sua aprendizagem, ajudando a despertar o interesse pelo estudo da química

e contribuindo na formação de um sujeito ativo diante dos problemas do seu cotidiano.

Os resultados da avaliação da aprendizagem expressos a partir dos roteiros experimentais, sinalizam que houve bons índices de aprendizagem do conteúdo curricular trabalhado na intervenção didática.

Portanto, é viável destacar que a experimentação pode ser um dos caminhos que colabore de forma construtiva para o desenvolvimento do letramento científico dos estudantes, a partir da promoção de um ensino de Química mais participativo, crítico, reflexivo e humano, contribuindo para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes e despertando motivação e interesse pelo o estudo desta ciência.

Referências

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Porto Alegre, v. 25, n.2, p. 176-194, 2003.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC/ SEMTEC, 1999.

BRASIL. Química: In: BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2002. p.109.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Guia de Livros Didáticos PNLD 2008**: Matemática. Brasília: MEC, 2007.

CARDOSO, P.S.; COLINVAUX, D. Explorando a motivação para estudar química. **Química Nova**. Ijuí, v. 23, n. 3, p. 401-404, 2000.

CARMO, M. P.; MARTORANO, S. A. A.; MARCONDES, M. E. R. A história da ciência no Ensino de Química: o ensino e aprendizagem do tema Cinética Química. **História da Ciência e Ensino: Construindo interfaces**. São Paulo, v. 9, p. 19-35, 2014.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. 120 p.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176p.

LIMA, J. F. L. A contextualização no Ensino de Cinética Química. **Química Nova na Escola**. São Paulo, v. 11, p. 26-29, 2000.

MARTORANO, S. A. A.; MARCONDES, M. E. R. As concepções de Ciência dos livros didáticos de química, dirigidos ao Ensino Médio, no tratamento da Cinética química no período de 1929 a 2004. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, v. 14, p. 341-355, 2009.

MARTORANO, S. A. A.; MARCONDES, M. E. R. Investigando a abordagem do tema Cinética Química nos livros didáticos dirigidos ao Ensino Médio a partir das ideias de Imre Lakatos. **Acta Scientiae**. Canoas, v. 16, n. 1, p.114-132, 2014.

MARANI, P. F.; OLIVEIRA, T. A. L.; SÁ, M. B. Z. Concepções sobre Cinética Química: a influência da Temperatura e da Superfície de contato. **ACTIO: Docência em Ciências**. Curitiba, v. 2, n. 1, p. 321-341, 2017.

MARQUES, A. M.; DANTAS, J. M. Açude do Cais: Uma proposta de aplicação de uma sequência de atividades didáticas em um contexto real. In: NUNES, A. O.; DANTAS, J. M. **Ensinando Química**: Propostas a partir do enfoque CTSA. São Paulo: ed. Livraria da Física, 2016.

MONTEIRO, P. C.; RODRIGUES, M. A.; SANTIN FILHO, O. Experimentos com abordagem investigativa propostos por licenciandos em Química. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 11., 2017, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Abrapec, 2017, p. 1 – 8.

OLIVEIRA, N.; SOARES, M. H. F. B. As atividades de experimentação investigativa em ciência na sala de aula de escolas de ensino médio e suas interações com o lúdico. In: ENEQ, 15., 2010. Brasília. **Resumos...** Brasília: UnB, 2010.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RAUBER, A.; QUARTIERI, M. T.; DULLIUS, M. M. Contribuições das atividades experimentais para o despertar científico de alunos do ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**. Ponta Grossa, v. 10, n. 1, p. 1-12, 2017.

SALES, A. M. V. M.; BATINGA, V. T. S. Sequência didática baseada na resolução de problemas para a abordagem de cinética química. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**. Cuiabá, v. 12, n. 6, 2017.

SILVA, J. N.; AMORIM, J.S; MONTEIRO, L. P.; FREITAS, K.H. G. Experimentos de baixo custo aplicados ao ensino de

química: contribuição ao processo ensino-aprendizagem. **Scientia Plena**. Sergipe, v. 13, n. 1, jan. 2017.

SILVA JÚNIOR, C. N.; FREIRE, M. S.; SILVA, M. G. L. Dificuldades de aprendizagem no ensino de eletroquímica segundo licenciandos de química. In: SILVA, M. G. L.; MOHR, A.; ARAÚJO, M. F. F. (Orgs.). **Temas de Ensino e Formação de Professores de Ciências**. Natal: EDUFRN, 2012

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. (p.231-286). In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. **Ensino de química em foco**. Ijuí: UNIJUÍ, 2010. p. 231-286.

SILVA, V. A.; SOARES, M. H. F. B. Conhecimento prévio, caráter histórico e conceitos Científicos: O Ensino de Química a partir de uma abordagem colaborativa da aprendizagem. **Química Nova na Escola**. São Paulo, v. 35, n. 3, p. 209-219, 2013.

TEÓFILO, R. F.; BRAATHEN, P. C.; RUBINGER, M. M. M. Reação relógio iodeto/ iodo com material alternativo de baixo custo e fácil aquisição. **Química Nova na Escola**. São Paulo, v. 16, p. 41-44, nov. 2002.

TOMAZ, P. F.; SILVA, T. P.; NETO, J. E. S. A água e o ensino de química: proposta didática baseada na resolução de situações -problema para o conteúdo polaridade. **Revista Ciências & Ideias**. Nilópolis, v. 10, n. 2, p. 132-149, 2019.

TREVISAN, T. S.; MARTINS, P. L. O. A prática pedagógica do professor de química: possibilidades e limites. **UNI revista**. Natal, v. 1. n. 2, abr., 2006.

VASCONCELOS, T. C.; ROCHA, J. S. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. In: Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ), 18., Florianópolis, 2016. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2016.

Parte II

**SOBRE ASPECTOS CONCEITUAIS, HISTÓRICOS E
EPISTEMIOLÓGICOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS E
EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**



5



INFLUÊNCIAS ILUMINISTAS NA PROPOSTA DE LACROIX PARA O ENSINO DE GEOMETRIA

Flavia Aparecida Bezerra da Silva
José Joelson Pimentel de Almeida

Introdução

O mundo, à medida que se transforma, dota-se de novas ideias e padrões, colocando aos indivíduos a necessidade de acompanharem as novas exigências impostas, e, para isso, esses indivíduos devem passar por processos contínuos de educação. Na educação, em meio a tantas mudanças, é possível percebermos que os conteúdos e os métodos pelos quais se é ensinado, e, ainda, quais indivíduos têm acesso a esse ensino, muito variaram com o tempo, tendo importância evidenciada ou relativizada em acordo com a finalidade do ensino pensada em cada época.

No que se refere ao ensino de matemática, apesar de em alguns momentos da história não ter recebido o destaque merecido no currículo escolar, é impossível não percebermos a

conexão existente entre seu desenvolvimento e o da humanidade. Especialmente, no que se refere à geometria, desde os tempos mais antigos, em meio a tantos pensamentos, o pensamento geométrico-matemático permeou a história do mundo, percebido em representações datadas de antes mesmo do que foi denominado como História, teve importância evidenciada por pensadores na Antiguidade, e, embora escondido nos mosteiros medievais, o conhecimento geométrico foi apresentado como caminho para o entendimento do mundo geometrizado pelos pensadores modernos, caminhando em paralelo com as necessidades que surgiam em diferentes momentos, é colocado em destaque pelos pensadores iluministas do século XVIII como o caminho para o progresso.

As ideias iluministas desses filósofos, por sua vez, contrariam todo o pensamento estabelecido para o ensino. Em um novo plano, destacam as ciências no lugar das letras antigas, e, entre as matemáticas, a ênfase é dada aos conteúdos geométricos. Tais ideias ganham dimensão dentro do cenário de agitações que antecedem a Revolução Francesa e, embora esses iluministas não tenham alcançado o momento revolucionário, ou alcançando, tenham aí ficado, impossibilitados de colocar tais ideias em ações na França pós-revolucionária, coube a matemáticos, como Lacroix (1765-1843), quando chamado para colaborar com a reforma do ensino no período pós-revolucionário, colocar em ação as ideias fortemente defendidas por esses filósofos, escrevendo-as, posteriormente, em seu *Essais sur l'enseignement en général, et sur celui des mathématiques en particulier*, livro em que, dentre outros assuntos, também apresenta sua proposta para o ensino de geometria.

Pretendemos neste artigo, refletir sobre essa proposta, especialmente, buscando perceber em que medida foi influenciada pelas ideias iluministas de filósofos como Rousseau, Diderot, d'Alembert, Condillac e Condorcet. Vale destacarmos que o tema em questão surgiu nos âmbitos do Leitura e Escrita em Educação

Matemática - Grupo de Pesquisa (LEEMAT), da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), sendo este um estudo bibliográfico, baseado na abordagem histórico-filosófica elaborada em Silva (2018).

Dos rastros geométricos ao longo da história às ideias iluministas do Século XVIII

Ao percorrermos a história da humanidade, passando pelos principais momentos que conduziram à formação moderna das sociedades, não é difícil percebermos que lado a lado com esse desenvolvimento se deu o desenvolvimento de diversos conhecimentos, especialmente o geométrico.

Os povos, desde os tempos mais antigos do que há registrado na história, na busca pela sobrevivência, adequavam-se às mudanças que lhes eram impostas, o que os fazia caminhar em direção ao desenvolvimento, nos mais diversos sentidos, inclusive de ideias, dentre as quais, destacamos o que se refere ao pensamento geométrico-matemático, que desde muito tempo se fez presente no pensamento e no caminhar dos indivíduos, influenciando e sendo influenciado pelas alterações que se davam.

Na medida em que o meio mudava, o homem ajustava-se como podia, e, assim, quando em certas partes do mundo, os povos foram conduzidos para uma agricultura intensiva, profundas transformações foram geradas (EVES, 2002). Com o surgimento das civilizações formadas às margens de grandes rios, pela necessidade de sobreviver pela agricultura, temos demarcada a Antiguidade, período no qual as civilizações da Mesopotâmia, Egito, Grécia e Roma merecem ser destacadas, pelas fortes influências no mundo, pelos conhecimentos aí desenvolvidos e formalizados. Particularmente, os pensadores dessa época deram expressiva atenção ao conhecimento geométrico, diversas realizações geométricas ocorreram em diferentes lugares; os gregos, no período helênico,

ampliaram os conhecimentos geométricos até então conquistados (COSTA, 2005). Desse período é datado *Os elementos* de Euclides, “um dos mais famosos e influentes livros usados em vários tipos e níveis de ensino” (SCHUBRING, 2003, p. 28).

Em algum tempo, esses conhecimentos geométricos organizados na Antiguidade, assim como tantos outros, ficariam quase que exclusivamente sob o poder da Igreja, detentora de um papel importante na sociedade medieval, a ela pertencia o controle do saber, do qual a maior parte da população na Idade Média esteve distante, até que o desenvolvimento do comércio orienta transformações no sistema feudal, altera definitivamente o panorama econômico e social, abrindo espaço para as cidades e oportunizando o surgimento da burguesia. Com o comércio, que não só proporcionava a troca de mercadorias, mas também a troca de saberes entre os diferentes povos, eram trazidas novas necessidades para quem estava a ele ligado, tornava-se importante saber ler, escrever e fazer cálculos (ARRUDA; PILETTI, 2000). Assim, com a classe burguesa causando transformações que interferiam na forma de pensar da época, havia a pretensão de chegar à secularização do saber, afastando-o da religião, tornando-o mais humano, a pretensão era formar o espírito do indivíduo culto mundano, o *cortês*, ou o gentil-homem (ARANHA, 2006).

Nesse cenário, graças ao incentivo do Humanismo e aos fundamentos do Renascimento, surgia o interesse pela idade clássica da Antiguidade e, graças à imprensa, “os textos originais gregos e romanos começaram a ser editados e impressos, sendo utilizados no ensino universitário” (SCHUBRING, 2003, p. 44). Além disso, o Racionalismo e sua “tentativa de compreender o universo de forma calculada e matemática, dando origem ao heliocentrismo”, marca esse período. Surgia uma nova visão de mundo, olhava-se “para o mundo concreto, para a humanidade e a sua capacidade de transformar o mundo” (ARRUDA; PILETTI, 2000, p. 162-163).

As alterações na economia geravam diversas outras alterações na sociedade. Os negócios se deparavam com as restrições impostas pela Igreja Católica, que condenava práticas como o empréstimo a juros, mas encontravam apoio nos protestantes reformadores que consideravam o enriquecimento um sinal do favorecimento divino. Essa oposição, somada a ideias religiosas que começam a divergir, culminou na Reforma Protestante. Contra o crescimento da crença protestante a Igreja Católica reage com a contrarreforma, e com isso a formação da Companhia de Jesus. Enquanto de um lado as escolas religiosas se multiplicavam, de outro lado, os ideais burgueses influenciavam na educação (ARANHA, 2006). A igreja acaba por perder seu posto na modernidade, a vontade de compreender o universo se limitou ao desejo de conhecer o mundo que fora geometrizado pelos pensadores desse período, os estudos teológicos da Igreja deram espaço aos estudos mundanos, muito embora, ainda não fossem tão favorecidos pelos métodos de estudo antigos.

O poder ainda estava nas mãos dos reis, que tinham garantia na crença que a Igreja Católica disseminava, mas com a Reforma Protestante, essa crença na monarquia ruía aos poucos e somente um contrato poderia manter a ordem entre povo e rei. Nisso pensava Locke e outros ingleses moldando a Inglaterra, primeira a se modernizar em muitos aspectos. Pensamentos que agradaram aos filósofos Charles Louis de Secondat – o Barão de Montesquieu – e François Marie Arouet, de pseudônimo Voltaire que trataram de pensar como as libertadoras ideias inglesas podiam ser pensadas em função de sua França, fazendo surgir, a partir de então, pensamentos de todos os lados. Eram as luzes. O iluminismo, tal qual expresso na máxima kantiana, que o define como um verdadeiro movimento de ideias (GRESPLAN, 2014). Requerendo “uma ruptura com os padrões de pensamento obrigatórios herdados do passado e o dever de todos de pensar por si mesmos” (CHARTIER, 2009, p. 53).

O impacto provocado pelas novas ideias foi ainda mais forte quando encontraram na *Encyclopédie* um veículo adequado para sua difusão. Seus editores, críticos da religião, perfuravam as bases da fé, Diderot recomendava a seus colaboradores que era preciso examinar, remexer tudo sem exceção e escrúpulos, para mudar a maneira geral de pensar. Esclarecendo a opinião pública, assegurava uma liberdade mais ampla, que viria quando a sociedade fosse “estabelecida por um contrato legítimo, em que todos os membros sejam cidadãos iguais, de modo que, em vez de corromper o homem, ela permita o desenvolvimento pleno de suas potencialidades” (GRESPLAN, 2014, p. 71).

A ênfase era em como ensinar os franceses a pensarem por si mesmos, a serem livres e iguais. Os métodos e conteúdos que estavam em vigor não estavam contribuindo para essa finalidade, ao que parece, no geral, contribuía para a formação de meros repetidores. Os tempos haviam mudado, muitos pensadores franceses lutavam veementemente para que o ensino acompanhasse o estilo do mundo moderno, suas ideias sobre política se difundiam nas sociedades, pelos clubes, cafés e salões que, inclusive, possibilitavam aos escritores penetrar no mundo dos poderosos (CHARTIER, 2009).

Dentre os tantos livros que circulavam estavam os *filosóficos*, caracterizados como um produto perigoso, assim como quem o escrevia. Da *Encyclopédie* e de seus escritores as ideias mais iluminadas penetravam o mundo afora e chegavam aos mais atentos leitores, contribuindo para “o desgaste dos sistemas de crenças que garantia ao rei o respeito e amor de seu povo” (CHARTIER, 2009, p. 133).

Se o século XVIII pensava com a burguesia, certamente para isso a burguesia contou com a difusão de ideias que se dava na época, “por volta de 1789, o Iluminismo já cumprira sua tarefa” (DARNTON, 1986, p. 145-146).

Os *philosophes* formulavam um corpo de doutrinas caracterizando, assim, o Iluminismo francês, que se difundia

por todas as classes da população e articulado em torno de vários princípios fundamentais, como crítica ao fanatismo religioso, exaltação da tolerância, confiança na observação e na experimentação, exame crítico de todas as instituições e costumes, definição de uma moralidade natural e reformulação dos vínculos políticos e sociais com base na ideia de liberdade. Ainda assim, confrontados com esse quadro clássico, surge a dúvida (CHARTIER, 2009, p. 44).

Dentre os escritores, Jean-Jacques Rousseau (1712-1778) tinha lugar de destaque, tanto influenciou o século em que viveu, como também os que seguiram, com suas obras, especialmente, o *Emílio*, obra muito lida no século XVIII, e seguida à risca por quem procurava orientação desse filósofo (DARNTON, 1986). “Rousseau não só fornecia material de leitura igualmente para plebeus e aristocratas; era também o autor favorito de alguns membros da classe média comercial, que o assumiam como seu *maître à penser*.” (CHARTIER, 2009, p. 135).

Rousseau critica os colégios de sua época, chamando-os de estabelecimentos ridículos, posiciona-se contra o ensino religioso para crianças que ainda não compreendem o incompreensível, mostra-se contrário, também, ao ensino das línguas antigas principalmente antes da idade da razão. Evidencia que é mais importante conhecer primeiro o mundo sensível, depois o mundo das letras,

Se não quero que forcem um menino a aprender a ler, com muito mais razão não quero que forcem a menina antes que possa sentir muito bem para que serve a leitura [...]. Talvez deversem elas aprender a calcular antes de tudo; pois nada oferece utilidade mais sensível em todos os tempos, apresenta maior emprego

e dá tão grande margem a erros como as contas. Se a menina só tivesse as cerejas de sua merenda através de uma operação aritmética, garanto que dentro em pouco saberia calcular (ROUSSEAU, 1995, p. 437-438).

Para uma boa educação, enfatiza o amor às ciências. Discorrendo sobre essa educação em toda sua obra *Emílio*, apresenta seu método que busca formar acima de tudo o homem, uma vez que, o estudo da condição humana é o verdadeiro estudo (ROUSSEAU, 1995).

As crianças, embora nasçam capazes de aprender, nada sabem ou conhecem ainda, tudo é instrução. E é somente observando a natureza e seguindo o caminho que nos indica que devemos percorrer. Assim, em defesa de uma aprendizagem que parte do sensível, Rousseau coloca em destaque o tato, seus julgamentos são os mais seguros, “precisamente porque são os mais limitados; não se estendendo senão até onde nossas mãos podem alcançar” (ROUSSEAU, 1995, p. 138).

No que se refere às ideias geométricas, “é somente à força de andar, de apalpar, de numerar, de medir as dimensões que se aprende a calculá-las” (p. 145). Uma vez que só “se pode aprender a bem julgar a extensão e o volume dos corpos”, se “aprender a conhecer também suas formas e até imitá-las; e no fundo essa imitação só se atém às leis da perspectiva”, e só ao compreender essas leis, pode-se estimar a extensão através de aparências (ROUSSEAU, 1995, p. 145). Sugere desenhar figuras exatas, combinando-as, colocando-as uma sobre a outra, examinando suas relações; descobrindo, assim, toda a geometria elementar, indo de observação em observação, “sem que haja necessidade de definições nem de problemas, nem de outra forma demonstrativa senão a da simples superposição” (ROUSSEAU, 1995, p. 147).

Para uma boa educação, não se trata de ensinar as ciências e sim de dar inclinação para amá-las e métodos para aprendê-las.

Ao se referir à discussão da escolha do método de estudo das ciências, definindo, respectivamente, os métodos da análise e síntese, como resolver e compor, esclarece que, nem sempre há necessidade de escolher entre um e outro, “às vezes pode-se resolver e compor nas mesmas pesquisas”, e ao empregar ao mesmo tempo uma coisa e outra, eles servem mutuamente de provas, “partindo a um tempo dos dois pontos opostos, sem pensar em seguir o mesmo caminho, a criança se surpreenderia com se encontrar” (ROUSSEAU, 1995, p. 180).

Enfatiza a importância do encadeamento de ideias, orientando: “fazei, entretanto, com que todas as suas experiências se liguem uma a outra por uma espécie de dedução, a fim de que, com a ajuda desse encadeamento, elas as possam pôr em ordem em seu espírito e delas se lembrar oportunamente” (p. 189). “Quem vê bem a ordem do todo, vê o lugar em que deve se encontrar cada parte; quem vê bem uma parte e a conhece fundo, pode ser um homem sábio” (ROUSSEAU, 1995, p. 210).

Depois de ter começado por exercitar-lhe o corpo e os sentidos, exercitamos seu espírito e seu julgamento. Finalmente unimos o uso dos membros ao de suas faculdades; fizemos um ser atuante e pensante; só nos resta, para completar o homem, fazer dele um ser amante e sensível, isto é, aperfeiçoar-lhe a razão pelo sentimento. [...] Nosso aluno não tinha, no início, senão sensações; tem ideias agora: Não fazia senão sentir, julga agora. Porque, da comparação de várias sensações sucessivas ou simultâneas, e do julgamento que delas se faz, nasce uma espécie de sensação mista ou complexa a que chamo ideia.” (ROUSSEAU, 1995, p. 224-225).

Vale destacarmos que se tratando de exemplos, Rousseau se posiciona mais à qualidade que à quantidade, considera que

“um só caso bem escolhido e mostrado sob um aspecto conveniente servirá para um mês de enternecimento e de reflexões” (ROUSSEAU, 1995, p. 259-260).

Para Rousseau, tendo começado por exercitar o corpo e os sentidos, de seu Emílio exercita-se em seguida seu espírito e seu julgamento e, finalmente, unindo o uso dos membros ao de suas faculdades; far-se-á um ser que age e pensa. “Só nos resta, para completar o homem, fazer dele um ser amante e sensível, isto é, aperfeiçoar-lhe a razão pelo sentimento” (ROUSSEAU, 1995, p. 224-225). Assim, conclui que Emílio, que tinha, no início, apenas sensações, agora tem ideias, sentia e agora julga. “O modo de formar as ideias é que dá um caráter ao espírito humano” (ROUSSEAU, 1995, p. 225).

Denis Diderot (1713-1784), editor da *Encyclopédie*, defensor da instrução pública nas mãos do Estado, considerava que o progresso de uma nação só poderia vir quando o Estado tratasse de proporcionar a instrução a todas as classes sociais. Nessa instrução, defende que o ensino científico prevaleça sobre o ensino literário, posto que, “a formação de cidadãos úteis envolve o domínio de conteúdos aplicáveis às diferentes situações da vida, como os da matemática, que devem ser ensinados a todos”, priorizando essa ciência e sua dimensão prático/instrumental pela qual se justifica seu projeto de bom funcionamento da sociedade.

Diderot acredita também nas disposições naturais do indivíduo, tendo todos a capacidade de aprender “as noções matemáticas básicas, que são as necessárias para que o cidadão comum exerça seus direitos e deveres em uma sociedade democrática” (GOMES, 2008, p. 86). O domínio da matemática “é importante na formação do espírito do homem” (p. 101), essa ciência é adequada para modelar o espírito na direção do saber, do bem e da verdade, tem potencialidade formativa evidenciada na geometria, que possibilita tornar inteligível a sensação. Além

disso, “o ensino da geometria é recomendado especificamente no combate à ignorância e à superstição” (GOMES, 2008, p. 70).

Acreditando que os conhecimentos resultam da experiência dos sentidos, dentre os quais, o tato é o mais bem qualificado, o mais profundo e filosófico, Diderot critica a apresentação de Euclides, considerando não existir na natureza superfície sem profundidade, linha sem largura, muito menos ponto sem dimensão (GOMES, 2008).

Diderot [...] não define o ponto como o que não tem partes, preferindo caracterizá-lo como a extremidade de uma linha, vista como resultado de se considerar nos corpos apenas uma dimensão, o comprimento. A superfície, por sua vez, resulta da abstração de uma das três dimensões do corpo ou sólido, e suas duas dimensões são comprimento e a largura. Assim, Diderot parte do tridimensional (que tem comprimento, largura e altura - sendo essa terceira dimensão mais comumente chamada de espessura) para chegar ao ponto, e escreve que este último deve ser considerado somente em relação à sua posição, sem que se dê atenção a nenhuma dimensão (GOMES, 2008, p. 92).

Jean le Rond d’Alembert (1717-1783), outro editor da *Encyclopédie*, defensor da concepção iluminista no ensino, crítico da instrução dos jesuítas, defendendo as ciências como prioridade na instrução, vê na matemática um modelo para as demais ciências e nos livros didáticos instrumentos metodológicos básicos para a educação matemática na concepção iluminista (GOMES, 2008).

Envolvido no pensamento lockeano, D’Alembert acredita que “todo o conhecimento decorria da sensação e da reflexão” (DARNTON, 1986, p. 260). As ideias são resultado das

sensações, “a mente recebe primeiro pelos sentidos, de maneira direta e imediata, as ideias compostas, e delas deduz, em seguida, as ideias simples” (GOMES, 2008, p. 109). E considerando “a desigualdade natural entre as faculdades mentais dos indivíduos” (GOMES, 2008, p. 154), para que o conhecimento esteja ao alcance de todos, o método a ser seguido para a apresentação de uma ciência é a “disposição de suas verdades fundamentada na dedução lógica” (GOMES, 2008, p. 128).

Assim deve ser em geometria, deve-se partir dos fatos relacionados às propriedades sensíveis da extensão. A linguagem empregada deve ser clara e precisa, e as definições que dela se utilizam têm clareza associada à sua brevidade. Assim, apenas as ideias necessárias devem ser empregadas, dispostas na ordem mais natural. Propondo que se o princípio da medida dos ângulos se deduz do princípio da superposição, é nessa ordem que essas verdades geométricas devem aparecer. Basta que sejam demonstradas as proposições principais, a partir das quais as decorrentes podem ser apresentadas (GOMES, 2008).

Há “uma ligação entre todos os objetos de nossos conhecimentos” (p. 106), é possível, então, “instruir o espírito mais limitado em qualquer ciência, desde que ela tenha suas proposições reduzidas a noções simples e dispostas entre si de modo encadeado” (GOMES, 2008, p. 154).

Étienne Bonnot de Condillac (1714-1780) evidencia que as ideias básicas sobre os números, são adquiridas pelas percepções dos sentidos, auxiliados pela memória, sendo o tato o único sentido que julga por si próprio os objetos exteriores e, além do papel de revelador da realidade externa, também tem o papel de educador dos outros sentidos, “o olho, educado pelo tato, aprende a ver a distância, a posição, a figura, a grandeza e o movimento dos corpos” (GOMES, 2008, p. 199).

O método para adquirir conhecimentos é a análise, que “pretende chegar às verdades a partir das propriedades observadas

pela ação de nossos sentidos, seguindo a geração das ideias” (p. 194), o método analítico toma parte dos dados sensíveis e utiliza “as operações da decomposição e composição das ideias para chegar à origem das coisas e mostrar a sua geração” (GOMES, 2008, p. 208). Trata-se do “único bom método, que consiste em uma dupla operação: a decomposição, pela qual nos esforçamos por discernir os elementos componentes de um conjunto, e a recomposição, na qual o objetivo é reencontrar a ordem segundo a qual se encadeiam os elementos que foram distinguidos” (GOMES, 2008, p. 164-165). E exemplifica, “se eu quiser conhecer uma máquina, devo decompô-la para estudar separadamente cada uma de suas partes” (GOMES, 2008, p. 177). O ensino deve caminhar do sensível ao abstrato, a partir do uso dos sentidos logo a ideia da extensão e suas dimensões se apresenta, os sentidos nos fazem caminhar do sólido ao ponto, caminho oposto à abordagem euclidiana. Reprova, assim, para o ensino de geometria, “a síntese, que tem como um de seus maiores erros o de querer definir tudo, inclusive as coisas mais simples” (GOMES, 2008, p. 194).

Condillac se manifesta particularmente contra essa introdução do ponto: não é adequado pensar no ponto como algo que não tem limites senão a si próprio pela dificuldade de se imaginar tal coisa, já que a palavra limite diz respeito, necessariamente, a uma coisa extensa. Não é conveniente, ainda, apresentar logo no começo a ideia da ausência de qualquer comprimento, largura ou profundidade, pois isso não é suficientemente fácil (GOMES, 2008, p. 195).

Evidencia, assim, como não ensinar. Como representar o movimento ou o traço deixado por um ponto que não possui extensão alguma? A partir de um sólido, as ideias de ponto, linha e superfície podem ser formadas, considerando suas extremidades, mas sem

pensar em sua profundidade, surge a ideia de superfície, pensando no comprimento desta e desconsiderando sua largura, teremos a ideia de linha, finalmente refletindo sobre esta, mas desconsiderando seu comprimento, teremos a ideia de ponto. É o caminho oposto à abordagem euclidiana, os sentidos nos fazem caminhar do sólido ao ponto, “passando, nessa ordem, pela superfície e pela linha, mediante sucessivas abstrações” (GOMES, 2008, p. 196).

Marie Jean Antoine Nicolas de Caritat, Marquês de Condorcet (1743-1794), além de filósofo um homem político, defende que a sociedade deve igualmente ao povo uma instrução pública relativa às diversas profissões, uma vez que, os novos tempos exigiam isso.

Tratando-se de uma instrução comum, não há motivo para que opiniões religiosas a componham, afinal, se “todo homem deve ser livre na escolha de sua religião, seria absurdo fazê-lo contribuir para o ensino de uma outra, fazê-lo pagar pelos argumentos que quer combater” (CONDORCET, 2008, p. 234).

Condorcet é categórico ao evidenciar a importância dos conhecimentos gerais e, especialmente, os matemáticos, para que a liberdade e a igualdade dos homens aconteça de fato, uma vez que quem não souber escrever e ignorar a aritmética acabará por depender sempre do homem mais instruído. Enquanto isso, o homem que domina as regras aritméticas necessárias ao uso da vida não depende do homem que for mais instruído e possuir o gênio das ciências matemáticas (CONDORCET, 2008). A importância dos conhecimentos aritméticos que satisfazem as necessidades imediatas da vida, além de “assegurar a igualdade de todos os homens, reconhecida pela lei”, isso pois, o indivíduo que depende de outro para fazer suas contas já torna nulo um direito de cidadão, e, na verdade, “não há igualdade verdadeira senão entre sujeitos com um mínimo de autonomia intelectual” (GOMES, 2008, p. 232).

Condorcet destaca que nem todos nascem com faculdades iguais, no entanto, acredita, “na possibilidade de todos

aprenderem as ideias matemáticas fundamentais” (GOMES, 2008, p. 221) e, ainda que seja elementar, o estudo das ciências físicas e matemáticas desenvolve as faculdades intelectuais. Sobre a instrução relativa às ciências, acrescenta que se deve “empregar somente uma linguagem analítica e precisa, evitando associar a uma palavra uma significação vaga” (CONDORCET, 2008, p. 242).

Para Condorcet, “o homem nasce com a faculdade de receber sensações”, disso percebemos “a importância das sensações no acesso ao conhecimento” (GOMES, 2008, p. 291). Sua escolha é pelo método analítico, que concebe “como a decomposição das ideias em suas partes mais simples”, inclusive fazendo uma diferenciação, entre a operação, “que consiste em decompor esses números, a considerar separadamente suas partes correspondentes, chama-se análise”, e “o meio pelo qual se é conduzido à verdade de uma proposição que não se percebia imediatamente chama-se método analítico” (GOMES, 2008, p. 294).

O que deve variar é o método para ensinar as ciências que deve estar de acordo com a finalidade proposta ao ensiná-las. Ao refletir sobre o método de ensinar, Condorcet se mostra contra exercitar as crianças a aprender muito de memória. Coloca que das noções de geometria, os alunos serão conduzidos aos elementos da agrimensura, sugerindo os exercícios práticos em terrenos e a fazer figuras se utilizando da régua e do compasso, ou à mão livre (CONDORCET, 2008).

Ressalta, ainda, a importância dos livros nesse século, especialmente, que “à medida que os livros se multiplicam, que temos ainda muitos de um grande número de épocas, os progressos das luzes transformam em absurdos o que era considerado verdade eterna” (p. 183). Apesar do progresso científico ter trazido novos métodos, conhecer os que os precederam, é importante para “poder observar neles a marcha do gênio” (CONDORCET, 2008, p. 184).

Influências iluministas na proposta de Lacroix para o Ensino de Geometria

Passadas as tormentas revolucionárias de 1789, inicia-se uma nova era. Dadas as tamanhas destruições, os setores clamam por reconstrução, especialmente, a educação do povo transformador e transformado pela Revolução Francesa precisou ser repensada. Os filósofos precursores das ideias iluministas não alcançaram a Revolução; Condorcet, ainda tendo alcançado, nela ficou, no entanto suas ideias, não apenas sobreviveram à Revolução, penetraram-na, e a utilizaram como veículo para esclarecer homens que vivendo no momento certo podiam coloca-las em ações, como Lacroix.

As mudanças que soavam como pedidos no decorrer do século XVIII, às portas da Revolução Francesa, eram ouvidas mais como exigências imediatas, com a destruição de tudo, uma necessidade. No período pós-revolucionário, Lacroix, vestido de ideias iluministas, convidado a contribuir com o levantamento de um dos pilares da sociedade, transforma em ações tais ideias e sobre isso escreve em seu *Essais...* no qual destacamos sua proposta para o ensino de geometria, completamente influenciado em escolha de conteúdo e método pelos iluministas que o precederam, especialmente, como destacamos as influências de Rousseau, Diderot, D'Alembert, Condorcet e Condillac.

Silvestre-François Lacroix (1765-1843), parisiense, envolvido com a docência dos 17 anos de idade até o final de sua vida, passando por diversos cargos ligados à instrução pública, entre os quais, o de professor, reitor, avaliador de estudantes, examinador, *chef de bureau*, em diferentes instituições francesas, atuou na reforma do sistema educacional francês (GARNICA; GOMES; ANDRADE, 2008). Além disso, alcançou sucesso como autor, “tornou-se o autor francês mais frequentemente traduzido”, “seus livros foram usados em toda a Europa, e também nas Américas” (SCHUBRING, 2003, p. 106).

Lacroix escreve sobre o ensino em geral e o de matemática em particular em seu *Essais*, faz menção às escolas centrais, estabelecimentos nos quais ideias iluministas puderam ser efetivadas e geraram frutos, apesar do curto tempo de duração. Assim como Rousseau (1995) que evidencia que é mais importante conhecer primeiro o mundo sensível, depois o mundo das letras; Lacroix (2013) propõe que só deveria iniciar o das letras depois do estudo das ciências físicas e matemáticas.

O currículo proposto por Lacroix prevê o diálogo entre as ciências e, especificamente, no ensino das matemáticas, seus conteúdos deviam estar relacionados. O curso de matemática compreendia Aritmética, Álgebra, Geometria e Trigonometria, e nele estava contido o que era necessário saber para a prática das artes mecânicas, arquitetura e agrimensura. Em uma realidade burguesa, de comércio e indústrias que se desenvolviam na época, o ensino deveria oferecer os conhecimentos necessários às profissões, fosse o jovem que se dedicasse às artes de ofício ou ao comércio, ao negociante, o militar (LACROIX, 2013). Posição em acordo com a proposta de Condorcet sobre a instrução pública que a sociedade deve ao povo, a sociedade deve igualmente uma instrução pública relativa às diversas profissões, os novos tempos exigiam isso.

Os professores das escolas centrais, ao contrário dos colégios antigos, convencidos de que se aprende mais no curso da vida do que nos primeiros anos de estudo, pensavam que a verdadeira finalidade do ensino, ao invés de gravar regras repetidas nos livros, era inspirar nos alunos o amor pelo estudo (LACROIX, 2013). Assim como proposto por Rousseau (1995) que ressalta o quanto importante é oferecer aos alunos a inclinação para amar as ciências e métodos para aprendê-las.

Respeitando as regras do verdadeiro método, que prefere um pequeno número de verdades fundamentais bem desenvolvidas a teorias elevadas, rapidamente percorridas, considerando que não

representa ameaça alguma para o estudo, saber apenas a metade das coisas, desde que essa metade seja suficientemente bem compreendida; o perigo está em saber apenas a metade de cada coisa. A clareza e precisão dos dados fazem com que sejam bem concebidos e aprofundados, ainda quando não são extensos, podem ser muito úteis (LACROIX, 2013). Essas ideias de Lacroix nos remetem a D’Alembert, que propunha o emprego de uma linguagem clara e precisa na instrução (GOMES, 2008).

Como Condorcet (2008) ressalta a importância dos livros, Lacroix, quanto aos textos impressos, considera que podem influenciar o desenvolvimento do ensino, uma vez que possibilitam “que os alunos tenham mais tempo para se dedicar ao estudo e à aplicação das regras das ciências, o que estava quase perdido quando a prática era apenas o ditado nos cadernos” (LACROIX, 2013, p. 97).

Lacroix (2013) reconhece dois métodos para tratar as ciências matemáticas: a análise e a síntese, definindo-os como Rousseau, um significa composição e o outro, resolução ou decomposição, denominações pelas quais compreendemos que os dois métodos são inversos um do outro. *Os Elementos* de Euclides são tratados pelo método sintético, caminham sempre do simples ao composto, o que é o caráter efetivo da síntese. A análise caracteriza como o método da invenção. Em sua proposta de ensino critica o emprego somente do método sintético e deixa claro sua defesa pelos procedimentos analíticos que para ele constituem o método da invenção. Assim como Condillac, para quem o método para adquirir conhecimentos é a análise, o método analítico toma parte dos dados sensíveis e utiliza “as operações da decomposição e composição das ideias para chegar à origem das coisas e mostrar a sua geração” (GOMES, 2008, p. 208). Para tornar ainda mais claras as definições, Lacroix toma como exemplo, processos químicos: “combinam-se juntas várias substâncias simples, ou assim consideradas, e dessa forma se realiza a síntese. Toma-se

um corpo misto e procede-se à separação de seus componentes: eis a análise” (LACROIX, 2013, p. 178).

Chamamos de síntese, em geometria, à rapidez com a qual exerce a capacidade de comparar as ideias e de intuir seus resultados, chegando a afirmações pelas quais se demonstra a verdade, “desenvolvendo todas as proposições intermediárias que seu juízo havia apenas considerado” (p. 180). Mas, claro que alguém pode dizer que essa síntese sucedeu uma análise anterior. Em geometria, “o equivalente dessa análise encontra-se nas diversas abstrações que os geômetras fazem para simplificar seu tema: é assim que eles, em primeiro lugar, despojam o corpo de duas de suas dimensões para considerar apenas as linhas” (LACROIX, 2013, p. 180).

Mas é fácil perceber que, mesmo nos Elementos de Euclides, existe um grande número de passagens nas quais os intermediários praticamente não são expostos: nem mesmo seus inventores os reconhecem; e seria difícil refazê-los, ainda que sua existência pareça algo evidente por si só. [...] A análise reproduz esses intermediários e os faz passar diante dos olhos daquele que a realiza, mas em ordem inversa; e quando eles se tornam tão numerosos que seria impossível expressá-los de outra forma que não por fórmulas algébricas, é então preciso necessariamente empregar o cálculo, e é assim que este apresenta as verdades que o raciocínio, por si só, não poderia atingir. [...] A síntese, às vezes, retomando as coisas mais atentamente do que a análise, leva ao objeto de maneira mais simples (LACROIX, 2013, p. 181).

Dessa forma é possível percebermos que se inicialmente percorremos o caminho em busca do conhecimento pela análise, essa

escolha não exclui a possibilidade de posteriormente desenvolvê-lo com suas propriedades pela síntese, da mesma forma que, se nos for apresentado pela síntese, se houver passagens não muito claras, uma análise poderá ajudá-la a torná-las mais evidentes. Na verdade, é do encontro dos dois métodos que é dado o conhecimento. A aproximação dos métodos permitirá a ligação das ideias, se iniciado pela análise, chegar-se-á às ideias abstratas pelos sentidos, que bem desenvolvidas poderão ser expressas na forma mais conveniente; “o conhecimento só é completo se resultar do encontro de ambos” (LACROIX, 2013, p. 184). A isso Rousseau (1995) se refere dizendo que às vezes pode-se resolver e compor nas mesmas pesquisas.

E ainda influenciado por Rousseau, se refere que mais importante que o método são as primeiras noções que devem vir da natureza, da experiência sensível, “a certeza do raciocínio consiste menos no método do que na simplicidade das primeiras ideias e na sua evidência” (LACROIX, 2013, p. 182).

Compartilhando do mesmo pensamento dos iluministas, a geometria é para Lacroix, de todas as partes da matemática, aquela que se deve aprender primeiro, em um ensino que deve ser apoiado nas sensações, nas quais todos os nossos conhecimentos têm sua origem, “nossa alma parece ter em si apenas a faculdade de perceber essas sensações, de tornar-se mais atenta com relação a elas, de compará-las e de deduzir delas as relações, ou, o que significa o mesmo, de formar julgamentos individuais ou particulares, gerais ou abstratos” (LACROIX, 2013, p. 223 - 224).

Discutiu-se muito para saber se os pontos, as linhas e as superfícies eram apenas ideias abstratas, não existindo qualquer objeto fora de nós. Para Lacroix, essas dificuldades podem ser evitadas, mostrando, no início de uma obra elementar, que o ponto, a linha e a superfície existem realmente, ainda que não possam ser concebidos separadamente do corpo do qual eles são atributos. Os limites que o determinam são superfícies que têm

linhas como limite, e estas, por sua vez, têm pontos como limites. Esses limites não só existem como são perceptíveis por nossos sentidos, visto que é apenas por meio deles que reconhecemos a figura dos corpos (LACROIX, 2013).

Para Lacroix devem ser abordadas apenas as definições necessárias para a compreensão das primeiras proposições, ressaltando a inutilidade de “sobrecarregar o início de uma obra com axiomas, já que essas proposições, sendo evidentes por si mesmas, devem ser reconhecidas como tais por todos os bons espíritos quando lhes forem apresentadas” (LACROIX, 2013, p. 227).

Lacroix, como Rousseau, prioriza a qualidade dos exemplos, para ele, um único exemplo é suficiente quando bem escolhido (LACROIX, 2013). Discorrendo sobre exemplos de definições dadas ao ângulo, inclusive citando a dada por Euclides, Lacroix questiona se definir ângulo é mesmo indispensável

Não basta mostrá-lo e observar, em seguida, que dois ângulos são iguais quando, colocados um sobre o outro, seus lados, coincidentes em todos os pontos, não deixarão de coincidir, por mais que os prolonguemos? Evidentemente, vem dessa ideia o fato de que a grandeza de um ângulo não depende do comprimento de seus lados. Quando essas observações forem bem compreendidas, teremos a noção completa de ângulo, e todas as consequências dessa noção serão facilmente apreendidas (LACROIX, 2013, p. 228).

Apresentando como Rousseau a utilidade do princípio da *superposição*, como exemplificado acima, que inclusive, pelo mesmo procedimento pode-se provar a igualdade de duas figuras planas, apesar disso, esse princípio “torna-se insuficiente quando consideramos os corpos com todas as suas dimensões”, até mesmo os que “são construídos sobre as mesmas partes, têm

o mesmo volume e, entretanto, não podemos fazê-los coincidir por causa de uma inversão dessas partes” (p. 234). A solução para essa questão estaria em provar “rigorosamente, por meio de sua divisão em fatias, considerando suas extremidades, que dois prismas de mesma base e de mesma altura são iguais em volume” (LACROIX, 2013, p. 234-235).

Assim como para D’Alembert, para o ensino dos elementos de geometria, Lacroix, expressa a atração de seguir a ordem que, para ele, é ao mesmo tempo, natural e rigorosa (LACROIX, 2013).

Considerarei, em princípio, as linhas retas somente na comparação de seus comprimentos, sem observar sua respectiva situação; em seguida, passando para a combinação das linhas sob essa última relação, reuni tudo o que concernia aos triângulos iguais ou semelhantes, porque essas figuras são os elementos de todas as outras e determinam, da maneira mais simples, a posição dos pontos e das linhas sobre um plano. Passo então aos polígonos iguais ou semelhantes, e discuto à parte a combinação da linha reta e do círculo, curva mencionada no início somente para sua descrição, que serve para marcar todos os pontos colocados a uma distância dada de um ponto dado (LACROIX, 2013, p. 238).

Como Rousseau (1995) enfatiza a importância do encadeamento de ideias, dessa ordem decorre “o que é preciso seguir para encadear as proposições relativas à medida das áreas, aos planos e às propriedades dos corpos.” (LACROIX, 2013, p. 238).

Tratando da difícil escolha dos problemas de geometria, dita assim pelas construções variadas e difíceis de imaginar que tais problemas exigem, Lacroix, como os iluministas, opta por apresentar questões acessíveis a todos, como as que se relacionam com

o traçado, em contrapartida do inconveniente método de “apresentar uma seção inteira de teoremas e, em seguida, os problemas que são sua continuidade” (LACROIX, 2013, p. 239). Essa organização “apresenta o problema quando o teorema sobre o qual ele repousa e que o teria esclarecido ou confirmado já se apagou da memória, priva o leitor dos meios de construir suas figuras com algum cuidado” (p. 239). E mesmo sabendo “que é sobre o rigor do raciocínio, e não sobre a exatidão das figuras, que repousa a verdade geométrica” (p. 239), Lacroix acredita na necessidade do traçado em Geometria (LACROIX, 2013, p. 239), uma vez que “os usos mais comuns da primeira ciência [geometria] dependem da construção das figuras” (p. 240). E ainda, “expondo aos olhares de todos os jovens as figuras mais bem executadas, eleva-se entre eles um estímulo que lhes dá logo o gosto pela precisão e exatidão” (LACROIX, 2013, p. 240).

As operações de traçado e de medição certamente agradarão aos alunos e os conduzirão, em seguida, como que pela mão, ao raciocínio. [...] Enfim, a Geometria supõe pouco ou quase nenhum conhecimento em Aritmética e oferece, além disso, os meios para tornar palpáveis as operações dessa ciência: isso é muito evidente para aqueles que têm uma atenção um tanto mais apurada (LACROIX, 2013, p. 244-245).

E “se fosse possível [...] popularizar o desenho tanto quanto a escrita, à qual ele serve de suplemento, as artes mecânicas fariam um imenso progresso” (LACROIX, 2013, p. 256).

Considerações finais

O mundo na medida em que se transforma e se desenvolve exige que os indivíduos o acompanhem. Para isso, os indivíduos

contam com a educação, entendida no sentido mais geral, que permite aos indivíduos não ficarem atrás de sua época, moldando a forma de pensar, de perceber e de se inserir no mundo.

De uma maneira ou de outra, particularmente, a geometria permeou a educação oferecida aos diferentes povos, posto que, desde muito antes do desenvolvimento da escrita a maneira como desenhavam nas cavernas e ossos, como fabricavam seus instrumentos de trabalho, parecem evidenciar um pensamento geométrico desses primeiros povos. Atravessando os tempos, quando a educação ganha um sentido mais específico, na Antiguidade, percebemos a imponência do saber geométrico em ideias de pensadores, bem como a importância do método.

Embora durante o longo período medieval conhecimentos geométricos, como tantos outros, estiveram guardados sob o poder da Igreja, esse saber parece escorrer pelas paredes simétricas e plantas medidas das catedrais góticas da época. A visão de mundo aceita por tanto tempo, logo mudaria, bem como todo o cenário que envolvia as sociedades europeias, ganhava espaço a percepção de mundo geometrizado pelos modernos pensadores e para entendê-lo os indivíduos necessitavam de uma nova educação.

Entram em cena as mentes iluminadas dos tempos modernos, especialmente, os Iluministas do século XVIII na França, para os quais a geometria ia além de um conhecimento que devesse ser adquirido, visto que, através de seu estudo em um método que partisse das sensações ao abstrato, chegasse ao desenvolvimento da razão e, assim, formasse o homem esclarecido que os novos tempos pediam. O indivíduo que analisa o todo, reflete sobre as partes que o compõem, julga suas particularidades, o modo encadeado com que se apresentam permite sua reconstrução e nesse processo desenvolve o pensamento. O estudo deve partir do todo e analisar as partes, a natureza é o todo. Nas ciências estão os tantos conhecimentos desenvolvidos pela interação entre esse todo

e homem. Para esses iluministas, só tem razão quem souber bem se utilizar de sua crítica, só critica quem aprendeu a comparar, só compara quem outrora analisou. Essas ideias geradas e defendidas pelos iluministas na França do Século XVIII não puderam ser postas em prática pelos próprios pensadores, mas penetraram os tempos, atravessaram a Revolução Francesa e vivas em homens como Lacroix foram vestidas em ações.

Ao que percebemos, finalidade e método de ensino foi o que muito variou com o tempo, mesmo com resistência de alguns, a vontade e necessidade de mudança venceram. No entanto, apesar de alguns métodos se tornarem antiquados, vistos a uma nova finalidade pensada, outros se sobressaíram pela grandeza e ainda com o passar dos anos não se tornaram obsoletos, pelo contrário, continuaram aplicáveis como sendo novos. É o caso da proposta de ensino de geometria de Lacroix que se utilizando dos métodos da análise e síntese, busca o conhecimento partindo daquele para este. Percorrendo o caminho de sensação em sensação, assim como pensou Rousseau, para chegar ao conhecimento completo desenvolvendo o pensamento, comparando desenvolver a crítica e chegar à razão. A razão conduzirá o homem a progredir, o progresso dos homens levará ao progresso da nação. Para isso, a sociedade deve proporcionar uma instrução dessa qualidade ao povo, não só na época de Condorcet, mas sempre. O Estado que favorece o desenvolvimento dos indivíduos acabará por desenvolver a si.

Quando Lacroix descreve o método da análise e da síntese, quando se refere ao ensino de geometria, aos ângulos, quando utiliza o método da sobreposição de figuras para estudá-las sobrepondo-as especialmente, é a Rousseau que somos remetidos.

A preferência dada às ciências no ensino, com destaque às matemáticas e, especialmente, à geometria; priorizando a apresentação de questões acessíveis a todos, como as que se relacionam com o traçado, e optando sempre por um exemplo bem

escolhido. Na necessidade de definições, utilizar-se da linguagem clara e precisa. No geral, no ensino dos elementos de geometria, seguir a ordem que é, ao mesmo tempo, natural e rigorosa. O desenvolvimento da razão a partir das sensações, presume que partindo do mundo sensível pode-se chegar ao mundo das ideias, caminhando do sensível ao abstrato, a partir da decomposição do todo, as partes deverão ser estudadas, tendo sido analisadas, na sequência através da recomposição pela síntese as partes serão entendidas de modo encadeado. Propostas de Lacroix que nos remetem aos iluministas citados.

As influências iluministas na proposta de ensino de geometria de Lacroix iluminaram o século que foi cenário e ilumina até nossos dias a partir de cada autor que buscando compreender o presente, se debruça a ler o passado e propõe tudo de novo.

É sempre necessário explorar as ideias de iluministas e filósofos que tanto pensaram, tanto escreveram e fizeram para que as mudanças necessárias aos tempos fossem dadas. Revisitar nomes como dos iluministas Rousseau, Diderot, d'Alembert, Condillac, Condorcet e de Lacroix, além de oferecer o que fez por merecer traz aos dias atuais a iluminação que suas ideias têm. Afinal, “sempre é possível fazer perguntas novas ao material antigo” (DARNTON, 1986, p. XIV).

Referências

ARANHA, M. L. A. **História da educação e da pedagogia: geral e Brasil**. 3.ed. São Paulo: Moderna, 2006.

ARRUDA, J. J. A.; PILETTI, N. **Toda a história. História Geral e História do Brasil**. 8.ed. São Paulo: Editora Ática, 2000.

CHARTIER, R. **Origens culturais da Revolução Francesa**. Tradução George Schlesinger. São Paulo: Editora UNESP, 2009.

CONDORCET, J-A-N. C. **Cinco memórias sobre a instrução pública.** Tradução e apresentação Maria das Graças de Souza. São Paulo: Editora UNESP, 2008.

COSTA, C. O. A. Perspectiva: A História da Ciência e da Arte na Educação Matemática. In: SEMINÁRIO PAULISTA DE HISTÓRIA E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. 1., 2005, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: IME-USP, 2005. 747p.

DARNTON, R. **O grande massacre de gatos, e outros episódios da história cultural francesa.** Tradução de Sonia Coutinho. Rio de Janeiro: Graal, 1986. 2ª edição.

EVES, Howard. **Introdução à história da matemática.** Tradução de Hygino H. Domingues. 3.ed. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 2002.

GARNICA, A. V. M.; GOMES, M. L. M.; ANDRADE, M. M. Lacroix, a instrução pública e o ensino de matemática na França oitocentista: notas sobre o Ensaio sobre o ensino em geral e o de matemática em particular. In: GOMES, M. L. M. **Quatro visões iluministas sobre a educação matemática:** Diderot, D'Alembert, Condillac e Condorcet. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 2008.

GOMES, M. L. M. **Quatro visões iluministas sobre a educação matemática:** Diderot, D'Alembert, Condillac e Condorcet. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 2008.

GRESPLAN, J. **Revolução Francesa e Iluminismo.** 2.ed. São Paulo: Contexto, 2014.

LACROIX, S. **Ensaio sobre o ensino em geral e o de Matemática em particular**. Tradução Karina Rodrigues. 1.ed. São Paulo: Editora Unesp, 2013.

ROUSSEAU, J-J. **Emílio; ou, Da educação**. Tradução de Sérgio Milliet. 3.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. 592p.

SCHUBRING, Gert. **Análise histórica de livros de matemática: notas de aula**. Tradução de Maria Laura Magalhães Gomes. Campinas, SP: Autores Associados, 2003.

SILVA, F. A. B. **Influências iluministas na proposta de Lacroix para o ensino de Geometria**. 2018. 110f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática - PPGECEM) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2018.

6



O PERCURSO HISTÓRICO-SOCIAL DA FORMULAÇÃO DA TEORIA ESTRUTURAL DA QUÍMICA ORGÂNICA: UM CONHECIMENTO NECESSÁRIO PARA O EXERCÍCIO DA PROFISSÃO DE PROFESSOR DE QUÍMICA

Cristiano de Almeida Cardoso Marcelino Júnior

Introdução

A vinculação da ciência a um conhecimento dogmático e de solução eficaz para resolver os grandes problemas da humanidade tem se propagado e vem sendo aceita socialmente, ao longo dos anos, tanto pelo senso comum quanto nos processos de ensino-aprendizagem. Essa visão contribui para uma série de deformações, associadas a uma concepção individualista, apromblemática, ahistórica e de neutralidade empírica e social da ciência e do conhecimento científico. Tais posicionamentos acabam por favorecer a geração de um “mito cientificista”, no qual se desconsidera que o desenvolvimento científico está sujeito a crises ou a remodelações.

As deformações sobre os limites da ciência e o significado das suas dimensões sociais também influenciam a prática pedagógica

dos professores de ciências naturais, conforme pode ser verificado na ampla revisão efetuada por Gil Pérez et al. (2001). No entanto, teorias filosóficas e estudos em sociologia e história da ciência, como os desenvolvidos por Kuhn (2011), por Burke (2003) e por Chalmers (1994), estão carregados de concepções que confrontam tais visões. Esses e outros autores sugerem o envolvimento de aspectos da história, da filosofia e da sociologia da ciência na formação e na prática pedagógica dos professores para auxiliar na desmistificação desses tipos de invalidades científicas no ensino de ciências.

O professor de química se caracteriza por um determinado agir, associado a uma “base de conhecimentos” que lhe conferem uma dada identidade profissional (RAMALHO; NUÑEZ; GAUTHIER, 2004). Essa base se estrutura a partir dos conhecimentos ou saberes, habilidades, competências, hábitos, que definem a docência como profissão (NEVES et al., 2001). O conhecimento da matéria a ser ensinada é intrínseco a uma adequada formação e isso também implica em conhecer a história e a epistemologia da disciplina (SOLBES; TRAVER, 2003). Nessa direção, os professores também precisam conhecer os problemas e obstáculos históricos para se afastarem de visões deformadas sobre a natureza da ciência, transmitidas no processo de ensino-aprendizagem (FERNÁNDEZ et al., 2002).

Este texto considera tais questões. Tomando como contexto a formulação da teoria estrutural da química orgânica, ele visa reforçar a concepção de que os fatos da ciência são construídos socialmente, apesar de suas aparências objetivas e neutras. Pretende-se que a argumentação seja o reflexo dialógico da leitura do desenvolvimento da teoria estrutural se sobre a óptica da epistemologia de Tomas Kuhn (1922-1996), em particular baseando-se em alguns dos conceitos propostos em sua obra “Estrutura das Revoluções Científicas”, lançada em 1962.

Thomas Kuhn foi um físico, filósofo e historiador da ciência estadunidense. Ele lançou uma nova perspectiva historiográfica sobre as teorias científicas, procurando compreendê-las a partir

dos seus contextos históricos, e não apenas do ponto de vista da ciência do presente. Apesar do conceito de “teoria” ser apontado como diferente na química em relação à física (GALLEGO TORRES; GALLEGO BADILLO; PÉREZ MIRANDA, 2009) e que alguns possam sugerir a adoção desse referencial teórico como um “fiscalismo” (BALABAN; KLEIN, 2006), as concepções propostas por Kuhn trazem um importante arcabouço para reflexões em torno do objeto escolhido.

A discussão desenvolvida nos próximos tópicos está concentrada em dois momentos principais. Inicialmente, a partir do resultado de uma pesquisa bibliográfica-documental em artigos e livros de história da ciência, é feita uma descrição de fatos e da atuação de personagens que foram decisivos para o desenvolvimento da química orgânica, ao longo do século XIX. Destaca-se a inter-relação entre o estabelecimento da teoria estrutural e a formalização da comunidade química, que se associa a algumas controvérsias desse percurso. No segundo momento, a partir de uma investigação sobre o modo como livros didáticos de química orgânica do ensino médio abordam a teoria estrutural, discute-se a importância desse conteúdo para a base de conhecimentos do professor de química.

Na próxima seção, realiza-se uma breve introdução de alguns conceitos kuhnianos. Eles auxiliam na análise do importante papel histórico da teoria estrutural para a química e para o ensino de química.

Uma breve introdução de alguns conceitos Kuhnianos: o estabelecimento de um referencial para a análise da importância da teoria estrutural para a Química e para o Ensino de Química

A epistemologia de Thomas Kuhn considera que o trabalho científico se baseia em uma concepção de ciência historicamente orientada e que segue algumas etapas (KUHN, 2011). Inicialmente, há um período correspondente à “pré-história de uma ciência”, onde a mesma ainda não possui o *status* de uma

ciência genuína. Trata-se de uma fase pré-paradigmática, na qual existe uma ampla divergência entre os pesquisadores, ou grupos de pesquisadores, sobre o objeto de estudo, os princípios teóricos, os métodos, as teorias, as técnicas e os instrumentos a serem utilizados. Depois, vem a fase de “ciência normal”, onde ocorre a adoção de um paradigma e o amadurecimento de uma ciência.

Os paradigmas seriam “[...] as realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modulares para uma comunidade de praticantes de uma ciência” (KUHN, 2011, p. 13). Nesse período os cientistas se detêm na resolução de “quebra-cabeças” e na articulação do paradigma. Esse período pode estar sujeito a crises e os “quebra-cabeças” podem se tornar anomalias. Com isso, há possibilidade de colocarem em risco o paradigma, seja por se tornarem um obstáculo a alguma necessidade prática, por resistirem ao paradigma, em um tempo longo demais, ou por outro motivo. A “ciência normal” se desenvolve por revoluções de paradigmas e não por acumulação de achados ou invenções individuais.

Os paradigmas decorrem de realizações sem precedentes. Eles são capazes de atrair um grupo duradouro de defensores, afastando-os de outras formas de atividades científicas não similares. Ao mesmo tempo, suas realizações são abertas e os problemas acabam sendo resolvidos pelo grupo de praticantes da ciência. O paradigma é tão importante para a “ciência normal”, que pode orientar os trabalhos mesmo quando não há concordância entre os membros de uma comunidade quanto às regras que derivam dele derivam.

A etapa seguinte do desenvolvimento de uma ciência é marcada por um período de crise. É o momento onde se pratica a “ciência extraordinária”, que é a oposta à “ciência normal”. Ela reconduz a ciência à sua normalidade anterior ou dá lugar a um

novo paradigma. Caso isso ocorra, como última etapa, implanta-se o período revolucionário. Há a substituição do antigo e a adoção de um novo paradigma pelos cientistas, voltando-se a um novo período de “ciência normal” (KUHN, 2011).

Para Kuhn, todo o trabalho científico é feito no interior da comunidade científica, sendo um trabalho próprio dos cientistas profissionais. Apesar de a ciência ser praticada por indivíduos, o conhecimento científico é intrinsecamente um produto de grupo (KUHN, 2011). O conhecimento científico sofre a influência da natureza especial desses grupos, que produzem e compõem a instituição denominada “comunidade científica”. O “campo fértil” para o desenvolvimento científico está nessa estrutura comunitária, que possui um paradigma para guiar e orientar as suas atividades. Assim, paradoxalmente, apesar de poder realizar o seu trabalho de forma independente, o cientista é guiado por um paradigma da instituição “comunidade científica” e não adquire reconhecimento sem a mesma.

O agir da comunidade química e o conhecimento químico são resultados de uma atividade humana muito complexa, que é sustentada em uma pluralidade de sistemas de valores (MALDANER, 1999). Essa comunidade científica encontra-se situada dentro de um sistema, também humano, que às vezes se utiliza de fatores alheios exclusivamente à meritocracia científica para ratificar e/ou sobrepujar o reconhecimento de uma teoria e/ou o valor de um cientista. Em muitos momentos, essas questões se relacionam a conflitos, na forma de controvérsias científicas, ou seja, disputas sobre um assunto de opinião, considerado significativo por um número de cientistas praticantes, conduzidas publicamente e mantidas de modo persistente (NARASIMHAN, 2001).

Essas controvérsias entre os cientistas se relacionam a crises, que podem ser ameaças à manutenção de um paradigma. O período de consolidação da teoria estrutural traz importantes exemplos dessa questão, conforme será visto em continuidade.

Aspectos do desenvolvimento da teoria estrutural da Química Orgânica no Século XIX: o progresso científico em meio ao contexto de consolidação da comunidade Química

O conjunto das propostas termodinâmicas do físico e químico irlandês Robert Boyle (1627-1691) é tomado como um paradigma contributivo para a química adentrar na fase científica (KUHN, 2011). Na proposta kuhniana, a aquisição de um primeiro paradigma é um sinal de maturidade para um campo científico. As ideias de Boyle auxiliaram a superar uma visão alquimista, permitindo que os membros de uma comunidade realizem tipos distintos de pesquisas. As contribuições do químico francês Antoine Laurent de Lavoisier (1743 - 1794), destacando-se os seus estudos com o oxigênio, também cooperaram para que, finalmente, fossem assentados os pilares fundamentais da química moderna. A superação da ideia do flogisto e o esclarecimento dado por Lavoisier para a combustão trouxeram novos direcionamentos para as investigações sobre a natureza das substâncias (RAMBERG, 2003).

Tentando explicar as propriedades dos gases, John Dalton (1766 - 1844) - químico, meteorologista e físico inglês - propôs que os mesmos deveriam ser formados por átomos, na verdade, ideia já esboçada por Leucipo e Demócrito. Dalton ganhou adeptos e ocorreram avanços significativos com os trabalhos do químico sueco Jöns Jacob Berzelius (1779 - 1848) e do químico e físico italiano Lorenzo Amedeo Avogadro (1776-1856).

Os esforços desses cientistas contribuíram para que a química adquirisse um papel de “ciência independente” no período de transição do século XVIII para o século XIX (ARAUJO NETO, 2007; BERNAL, 2008). As suas propostas ofereciam aos praticantes da química um conjunto de regras e princípios para a prática científica. Porém, apesar de todo o progresso científico, diferentes historiadores da ciência concordam que a química se

impôs como ciência intrínseca utilitária e de inovação conceitual somente ao longo o século XIX (COOKE, 2004; NUNES DOS SANTOS, 1994).

A química se desvinculou do caráter de ciência auxiliar ou dependente da medicina, da farmácia e da metalurgia, onde se formados os “químicos” (CAMEL; KOEHLER; FILGUEIRAS, 2009). Na segunda metade do século XIX, incorporou-se mais sistematicamente a pesquisa, o ensino e os processos industriais. Houve uma profissionalização e a produção de conhecimento químico, ainda durante esse século, recebeu o reconhecimento social desejado desde o século XVII (SOLOMONS; FRYHLE, 2005).

Diferentes fatores contribuíram para a profissionalização e para o reconhecimento da química como uma área específica da ciência. Porém, segundo Gallego Torres, Gallego Badillo e Pérez Miranda (2009) e Nunes dos Santos (1994), esse caminhar pode ser sintetizado por duas ideias básicas: i) a construção paulatina de uma comunidade científica, em termos kuhnianos; e ii) o desenvolvimento de uma teoria unificadora para a sistematização e compreensão teórica sobre as substâncias existentes. Para esses autores, alguns dos aspectos convergentes para a construção de uma comunidade química ao longo do século XIX foram:

- A conscientização da ciência como empreendimento coletivo e não individual conducente à profissionalização do cientista;
- O surgimento das escolas de investigação, resultando em novas atribuições para o laboratório e na massificação do treino científico;
- A proliferação de sociedades científicas, que se contrapunham às Academias de Ciências;
- A criação das associações de químicos, que incorporaram a luta pelo reconhecimento da profissão no contexto do desenvolvimento profissional, em oposição aos farmacêuticos e aos tecnólogos;

- A divulgação da química ao público em geral;
- A aproximação epistemológica empirista, primeiro, e positivista depois, pelas quais essa comunidade química deixou de lado a pergunta pelos pressupostos histórico-epistemológicos dos fundamentos conceituais e metodológicos de seu objeto de conhecimento;
- O rápido crescimento e consolidação da química orgânica como principal subárea da química.

O químico sueco Torben Olof Bergmann (1735 - 1784) dividiu a química em duas grandes áreas: química orgânica, a química dos compostos obtidos a partir de animais e vegetais; e química inorgânica, a química dos compostos provenientes do reino mineral (SOLOMONS; FRYHLE, 2005). Os trabalhos de Lavoisier deram grande contribuição à área, ao se verificar que a combustão dos compostos orgânicos produzia, pelo menos, gás carbônico e água. Porém, ainda assim, conforme afirma Carvalho (1972, p.56), “[...] até o início do século XIX, o estudo do que hoje chamamos Química Orgânica não repousava sobre bases científicas. Os conceitos eram vagos e muitas vezes equivocados”.

A química orgânica manteve-se sustentada, por algum tempo diretamente pela “teoria da força vital”, proposta por Berzelius. Ela se baseava na ideia de que os compostos orgânicos precisavam de uma força maior, existente apenas nos organismos vivos, para serem sintetizados. A partir de 1820, começaram a ocorrer mudanças na condução das técnicas dos envolvidos com essa “química dos seres vivos” (CAMEL; KOEHLER; FILGUEIRAS, 2009).

Cientistas franceses e alemães direcionam-se às reações de substituição como seus principais objetos químicos de estudo. Então, desenvolveram-se procedimentos para a preparação de substâncias sem análogos naturais e que, a princípio, não eram atraentes ao modelo de comércio vigente. Houve um crescimento

do interesse pela área e se multiplicaram as quantidades de substâncias sintetizadas. Anos depois, em 1828, Friedrich Wöhler (1800-1882), químico alemão e discípulo de Berzelius, obteve a ureia, um composto orgânico, a partir da isomerização do cianato de amônio, composto inorgânico. Esse feito causou uma crise e abalou a sustentação da teoria da força vital (RAMBERG, 2003).

A “síntese de Wöhler” é tida por alguns como o fim do vitalismo, conforme relatado em livros textos de química orgânica, tanto do ensino médio quanto do ensino superior (MARCELINO JÚNIOR, 2014). Essa foi uma das controvérsias que chegaram até os nossos dias e, na época, era resultante dos conflitos entre vitalistas e antivitalistas. Atualmente, há uma concordância entre os historiadores da ciência de que síntese realizada por Wöhler serviu para romper a influência do vitalismo sobre o pensamento daquele período, mas não deixou resolvida a questão da força vital. Isso foi esclarecido em 1845, após a síntese produzida por Adolph Wilhelm Hermann Kolbe (1818-84), um aluno de Wöhler (ROCKE, 1981). Ele sintetizou o ácido acético, uma substância orgânica, utilizando um método de “síntese total”, a partir dos elementos constituintes carbono, hidrogênio e oxigênio.

Um fato marcante para formalização do conceito de isômeros por Berzelius foram as sínteses do químico alemão Justus von Liebig (1803-1873) e de Wöhler para o cianato de prata e do fulminato de prata, respectivamente (OKI, 2007). As substâncias tinham a mesma fórmula empírica, mas propriedades diferentes. Essas reações foram a causa de outra controvérsia, dessa feita bem maior e agora entre Wöhler e Liebig, que acusou o primeiro de plágio. Porém, a discordância foi rapidamente elucidada por Berzelius. Os dois compostos eram isômeros, ou seja, substâncias diferentes, mas com a mesma composição química, conforme definido por Berzelius, após reunir outros exemplos de isomerismo. Inesperadamente, a controvérsia entre Liebig e Wöhler

desencadeou uma intensa colaboração acadêmica e uma duradoura amizade entre esses dois cientistas alemães.

A identificação da presença de átomos de carbono nas constituições das substâncias orgânicas direcionou o químico alemão Friedrich August Kekulé von Stradonitz (1829-1896) a propor, por volta da metade do século, um novo paradigma, vigente até os nossos dias: “a química orgânica é o ramo da química que estuda os compostos do carbono” (SOLOMONS; FRYHLE, 2005). Kekulé pertenceu a uma geração de químicos que recebeu um treinamento específico, com ênfase no trabalho experimental.

Um programa baseado em práticas de laboratório para o ensino de química foi criado por Friedrich Stromeyer (1776-1835), em 1805, na Universidade de Göttingen, Alemanha. A metodologia da generalização da experiência laboratorial também foi implantada por Liebig, em 1825, na Universidade de Giessen, nesse mesmo País, e foi bem mais exitosa (ROCKE, 1981). A fama de Liebig atraía estudantes de diversos países para Giessen. O ensino sistemático da química utilizando o “método Liebig” disseminou-se nos anos seguintes para outras universidades alemãs, e de outros países, criando as “escolas de investigação”.

Cada líder dessas escolas transmitia as suas ideias aos mais jovens na tentativa de se garantir a compreensão, a disseminação e a manutenção do entender teórico do “mestre”. Assim, por um lado, dentro da visão kuhniana, a sobrevivência das teorias dependia do aparecimento de anomalias ou de experiências que confirmavam a hipótese proposta; por outro lado, a figura desse mestre também exercia forte influência no sucesso da mesma.

Quanto à influência social e política do “mestre”, percebe-se também a importância de fatores sociais sobre as questões tidas como meramente acadêmicas. Nesse sentido, é bastante pertinente o exemplo da controvérsia entre os químicos franceses Théophile-Jules Pelouze (1807 - 1867) e Jean-Baptiste Dumas (1800 - 1884), onde umas das discordâncias entre os mesmos é destacada por Nunes dos Santos (1994):

Pelouze, por exemplo, em 1839, queixava-se que Jean-Baptiste Dumas nomeado professor em 6 instituições parisienses (acumulando ou não) no período de 1824-68 e Ministro de Instrução Pública, usando do poder outorgado por tais nomeações, colocou 24 dos seus 29 estudantes associados em lugares de ensino em toda a França, divulgando assim a sua teoria — a teoria da substituição —, de modo persuasivo a fim de a perpetuar (p. 91-92).

Esse caso expõe algumas das características sociológicas das comunidades científicas, conforme abordado por Kuhn, especificamente quanto a não neutralidade dos sujeitos e a influência de fatores sociais, históricos, antropológicos sobre o desenvolvimento científico. Vincula-se a esse contexto a presença de questões de classe, de poder e de ideologia como constituintes das comunidades científicas, onde a comunidade química firmava seus passos.

O intercâmbio científico-acadêmico fomentado pelo treinamento nos laboratórios favoreceu a aproximação entre os cientistas. As conversas, embates e trabalhos em cooperação estimularam a criação de sociedades de química em diversos países. Semelhantemente, incentivaram o crescimento do número de revistas científicas. Ambas passaram a ser instrumentos para a consolidação dessa comunidade química, que crescia.

Jovens estudantes eram atraídos para estudar química, tanto pela sua disseminação social como novidade científica quanto pela fama de seus pesquisadores, muitos já vinculados a universidades. Parte da divulgação científica era realizada pelos próprios cientistas, nas audiências para o público leigo. As sociedades e as revistas científicas também serviam a diferentes tipos de interesses da comunidade científica e dos seus representantes. Por exemplo, segundo Riddell e Robinson (2007), Liebig e Kolbe abusavam das suas posições, como editores, para atacar as novas ideias que se contrapunham às suas posturas.

O percurso histórico do desenvolvimento da química, assim como da ciência em geral, está estreitamente vinculado com o desenvolvimento da sociedade moderna (BURKE, 2003). Apesar de alguns terem a ideia de que ao longo do século XIX “a química era pura” e derivada de atos individualizados de cientistas desbravadores e dedicados, que buscavam o conhecimento por si mesmo, esses exemplos a história da ciência destacam o contrário. Como discute Restivo (1992), os cientistas trabalham impulsionados por motivações que são, de alguma forma, relacionadas a interesses sociais. No século XIX, as questões mercantilistas e sociais relacionadas ao conhecimento científico revelam a intrínseca associação da química com a tecnologia e, como consequência, aos valores e estruturas básicas do capitalismo.

A consolidação da teoria estrutural da química orgânica, entre as décadas de 1850 e 1860, está imersa em um período em que muitas substâncias possuíam interesses comerciais. A teoria estrutural se estabeleceu como uma concepção teórica adequada não só para explicar a arquitetura molecular de um pequeno reino natural. Ela também serviu como um guia heurístico para a manipulação dessas moléculas, provendo a assistência na criação de uma importante indústria de “química fina” (ROCKE, 1993). No entanto, esse tipo de compreensão normalmente não está presente nos textos didáticos do ensino médio, nem do ensino superior. Portanto, os aspectos aqui discutidos se contrapõem à visão de uma teoria como uma ideia ingênua, como se essa comunidade tivesse despretensiosamente assumido uma neutralidade científica.

Até metade do século XIX, a ênfase no trabalho experimental implicava numa grande produção de substâncias químicas, principalmente orgânicas. No entanto, ela era suplantada pela impossibilidade teórica de interpretação desses resultados. As hipóteses sofriam mudanças rapidamente, de modo a estabelecer um “estado de crise” que superava o estabelecimento de linhas

orientadoras explícitas. Havia mudanças de paradigmas em intervalos muito curtos de “ciência normal”, conflitando inclusive com a proposta kuhniana de longos períodos de vinculação de um paradigma. Assim, a comunidade química da época, uma comunidade científica em grande expansão, decidiu encontrar algumas posições consensuais sobre divergências epistemológicas e filosóficas relacionadas a problemas teóricos enfrentados nesse período. Tais pressupostos estiveram diretamente vinculados a certa convergência para adoção da metodologia hipotético-dedutiva utilizada na física, superando as práticas indutivistas utilizadas anteriormente (NUNES DOS SANTOS, 1994).

A emergência da teoria estrutural pode ser dividida em duas fases (RAMBERG, 2003). Como abordado nesse tópico, até o momento, a primeira fase envolveu a transformação da visão inicial da química orgânica, ao longo da década de 1830. Inicialmente orientada pela história natural, vinculada a uma química de plantas e animais, ele se voltou a uma química dos compostos de carbono. A outra fase se associou à emergência do conceito de estrutura química, para a formulação teórico-experimental de rotas sintéticas e para a explicação de diferentes fenômenos químicos, conforme será discutido a partir de agora.

A busca pelo esclarecimento da questão do isomerismo e o sucesso dos conceitos de “radicais” e “tipos”, em torno da primeira metade do século XIX, havia estabelecido que as moléculas não poderiam ser caracterizadas apenas pela sua composição e deviam ter estruturas. Considerando a importância e o papel de diferentes cientistas nesse processo, destacam-se os trabalhos do químico russo Aleksandr Mikhailovich Butlerov (1828-1886)¹, de Kekulé e do químico escocês Archibald Scott Couper (1831-1892). As

1 A importância de Butlerov ainda é pouco na química ocidental. Em Marcelino Júnior e Núñez (2017) apresenta-se um pequeno resumo de sua obra e discute-se um pouco sobre esse aspecto.

suas ideias permitiram a proposição da teoria estrutural da química orgânica a partir dos seguintes postulados:

- O átomo de carbono é sempre tetravalente em seus compostos;
- As quatro valências (ligações) do carbono são totalmente iguais entre si;
- O carbono é um dos elementos químicos com capacidade de formar cadeias, ligando-se entre si e com outros elementos químicos, inclusive com outros átomos de carbono;
- O carbono é capaz de formar ligações simples, duplas ou triplas;
- A fórmula estrutural é a maneira pela qual os átomos estão arrumados dentro das moléculas.

O desenvolvimento dessa teoria foi muito complexo. Ela se consolidou entre 1860 a 1870, de acordo com Rocke (1993), período que assinala uma “Revolução Silenciosa” na química. O seu estabelecimento exigiu a superação de alguns dilemas em torno da unicidade do objeto de estudo da época. Ainda nesse período, havia desacordos quanto aos pesos atômicos dos elementos, incertezas sobre fórmulas moleculares, dúvidas sobre a existência de átomos reais e uma enorme confusão quanto à notação química, existindo diferentes formas para representar uma mesma substância.

Existia uma dualidade de pontos de vista, desde o início do século XIX, sobre a realidade da estrutura das moléculas e da utilização de fórmulas químicas (OKI, 2007; RAMBERG, 2003). Junto com esse embate epistêmico, existia uma organização científica na qual os cientistas-pesquisadores mantinham-se bastante ligados às concepções de seus mentores, os “mestres”, conforme discutido anteriormente. Em decorrência desses fatos, houve verdadeiras disputas entre duas correntes envolvendo as “escolas de pensamento”.

Uma dessas escolas defendia que nunca se poderiam obter informações sobre a estrutura física das moléculas, pois elas não apresentavam estrutura física e as fórmulas químicas eram úteis apenas para sistematizar reações químicas. Nessa perspectiva, átomos e moléculas eram meras abstrações úteis, que poderiam correlacionar fatos químicos quando manipulados de acordo com certas regras, mas cuja realidade era incerta ou indeterminada. Químicos com essas atitudes tinham dificuldades para atribuir as propriedades espaciais dos objetos reais a átomos e moléculas, particularmente se tais propriedades não fossem reconhecidas pela teoria física existente (MAAR, 1994; ROCKE, 1981, 1993). A outra escola acreditava que átomos e moléculas tinham ou poderiam ter uma estrutura física real, dentro do sentido utilizado atualmente, apesar da ausência de uma evidência confirmatória direta, até aquele momento (ROUVRAY, 1991; VAN BRAKEL, 2000).

A organização do pensamento em torno da noção da teoria estrutural sofreu influência dessas escolas e das teorias a elas relacionadas. Assim, a teoria dos radicais, a teoria dos núcleos e a teoria dos tipos fundamentaram o “programa de pesquisa” da química orgânica ao longo da primeira metade do século XIX (ARAUJO NETO, 2007; BENFEY, 1992; BROOKS, 1998; CAMEL; KOEHLER; FILGUEIRAS, 2009).

Kekulé e Couper, independente e simultaneamente, perceberam a capacidade dos átomos de carbono fazerem quatro ligações e ligarem-se entre si, formando cadeias. Couper apresentou essa proposta antes ao químico francês Charles Adolphe Würtz (1817 – 1884), seu supervisor e líder do laboratório onde conduzia as suas pesquisas à época (ARAUJO NETO, 2007). Porém, Wurtz demorou a enviar essas propostas à academia e o seu trabalho foi publicado meses depois do de Kekulé, em 1858. Kekulé o acusou de plágio e reivindicou a primazia sobre o trabalho. O reconhecimento do feito de Couper só foi realizado após a morte

de Kekulé. De acordo com Maar (1994, p.49), nesse período, “A Química Orgânica ficou o que dizia dela Kekulé”, tanto por causa do seu conhecimento científico quanto por sua influência sobre a comunidade.

Kekulé só admitiu que os compostos pudessem ter uma estrutura após concordar com algumas das propostas de Butlerov. Químico russo, influenciado pelo método Liebig, Butlerov fez uma viagem à Europa Ocidental um pouco depois da metade do século XIX e teve contato com Kekulé na Alemanha. Kekulé estava escrevendo e divulgando a sua proposta para a teoria da valência. Depois, fez um estágio por alguns meses no laboratório de Wurtz, onde Couper estava trabalhando (RAMBERG, 2003).

Butlerov propôs a sua teoria da estrutura considerando alguns aspectos dos demais, mas divergindo em alguns pontos. Ele discordava da influência das teorias dos tipos e dos núcleos, contidas nas propostas dos seus colegas, embora as tivesse assumido anteriormente. Butlerov propôs que existia uma e somente uma forma de representar uma substância por meio da sua estrutura química.

Segundo Bykov (1962), historiador russo, a proposta de Butlerov era materialista-dialética, diferindo da dos seus colegas. Ele reconhecia e respeitava os trabalhos de Kekulé e Couper. No entanto, uma das suas críticas às ideias desse químico escocês residia na adoção feita por Couper de peso atômico igual a oito para o oxigênio e no fato de suas fórmulas nem sempre mostrarem as ligações dos carbonos a outros elementos. Quanto a Kekulé, apesar de utilizar fórmulas gráficas, esse químico alemão acreditava que elas não forneciam qualquer ideia da posição relativa dos átomos no espaço e determinavam primariamente as propriedades químicas das moléculas. Mesmo resistente, Kekulé havia parado de usá-las em seus trabalhos originais, por volta de 1861; dois dias depois da comunicação química de Butlerov no Congresso de Speyer, ele declarou considerar as fórmulas baseada na teoria dos tipos inadequadas e havia informado que passaria a usar

as fórmulas empíricas (KEKULÉ, 1961 *apud* BYKOV, 1962). Porém, Kekulé continuou utilizando fórmulas baseadas na teoria dos tipos ainda no segundo volume do seu livro texto, distribuído em 1863.

Butlerov rejeitou a teoria dos tipos, tanto dos tipos minerais do químico francês Charles Frédéric Gerhardt (1816 - 1856) quanto a dos tipos de carbono de Kolbe. Assim como Couper, ele se referia a impossibilidade de se expressar reações de substituição pelas fórmulas dos tipos químicos (MARCELINO JÚNIOR; NÚÑEZ, 2017). Após essa rejeição, ele pontuou a atomicidade dos elementos como uma concepção que serviria como fundamento para uma teoria geral e para permitir chegar bastante longe no pensamento científico (BYKOV, 1962). Ao divulgar a sua teoria em outra viagem, Butlerov teve resistência de Kekulé e, principalmente, do também químico alemão Julius Lothar Meyer (1830-1895).

Lothar Meyer atacou bastante Butlerov em seus artigos e a grande maioria dos livros de química escritos à época não citavam a proposta de Butlerov. O nome de Butlerov ficou em um reconhecimento menor do que o de Kekulé e de Couper nas citações e obras de autores ocidentais, enquanto que para os russos ele passou a ser o autor da teoria estrutural, ideia defendida por seu compatriota e discípulo Vladimir Vasilyevich Markovnikov (1838-1904), desde a década de 1860. Alguns creditam ou dão a entender a falta de reconhecimento da obra de Butlerov a questões de disputas étnicas entre alemães e russos; outros por preconceitos referentes à proposta materialista-dialética atribuída a esse teórico-experimental (LARDER; KLUGE, 1971). Em contrapartida, muitos ocidentais acusam os russos de promoverem Butlerov como “fundador da teoria estrutural” por questões ideológicas, relacionadas à consolidação de um regime político, especialmente na época de Stalin (GRAHAM, 1964). Sem enveredar mais profundamente pelo íntimo dessas controvérsias,

assim como já trazido anteriormente no exemplo de Dumas, evidencia-se a existência de questões ideológicas guiando as decisões da comunidade científica.

Uma última menção de controvérsias no desenvolvimento da teoria estrutural envolve o confronto que surgiu com a proposta do átomo de carbono tetraédrico pelo químico holandês Jacobus Henricus van 't Hoff (1852-1911) (HOFF, 1887). Mesmo ocorrendo após 1870, pela sua importância na consolidação da teoria estrutural, essa discussão é necessária. van 't Hoff propôs uma extensão espacial às fórmulas estruturais correntemente empregadas na química da sua época. O trecho a seguir foi publicado por Kolbe, quando químico já renomado, em um dos periódicos daquele período, em protesto às ideias de van't Hoff.

[...] está espalhando uma teia de aparente escolaridade e conhecimento, que não passa da filosofia natural, superficial e estúpida, desmascarada há cinquenta anos pela ciência natural exata, e que, agora, ataca novamente, ajudada por pseudocientistas que tratam de disfarçá-la e apresentá-la como ciência, assim como se tentassem introduzir uma prostituta bem vestida e empoada na boa sociedade, à qual não pode pertencer.

Qualquer um que possa pensar que os conceitos acima são exagerados poderá ler, se conseguir, o livro dos senhores van't Hoff e Hermann sobre A Disposição dos Átomos no Espaço [...].

O tal Dr. J. H. van't Hoff da Escola de Veterinária de Utrecht, aparentemente não tem tendência alguma à investigação química exata. Ele prefere montar Pégaso (aparentemente emprestado pela Escola de Veterinária) e proclamar em sua *La chimie dans l'espace* como lhe parecem estar os átomos dispostos

no espaço, vistos do Monte Parnaso químico a que ele chegou voando (KOLBE, 1877, apud RIDDELL; ROBINSON, 1974: 2004).

Mesmo com a negativa de Kolbe e de alguns dos seus seguidores, até as suas mortes, as anomalias foram mais fortes e a comunidade química acabou aceitando a proposta estereoquímica, lançada na mesma época tanto pelo químico francês Joseph A. Le Bell (1847 – 1930). Pelo conjunto de sua obra, van't Hoff foi o primeiro cientista a receber o Prêmio Nobel de Química, em 1901. Com a estereoquímica, um novo paradigma passou a vigorar e se faz presente até os nossos dias.

O estabelecimento da teoria estrutural foi um processo fortemente relacionado à consolidação da comunidade química, verificada durante os primeiros dois terços do século XIX, onde os químicos orgânicos dominavam as principais atribuições e funções químicas (RAMBERG, 2003). Muitos químicos, de países distintos, contribuíram para que ocorresse o desenvolvimento dessa teoria, entre 1850 e 1870, até ela adquirir um arcabouço conceitual com as propostas de Butlerov, de Couper e de Kekulé, reforçada com as ideias de van 't Hoff e de Le Bell. Apesar de o reconhecimento dessa contribuição ser personificado na figura desses e de outros cientistas mais conhecidos, muitos, menos (re)conhecidos, que colaboravam ou trabalhavam para esses químicos, também participaram desse esforço de concepção teórico-experimental.

A formalização da teoria estrutural permitiu também que as “escolas de química” se difundissem. A química orgânica no século XIX foi marcada por sua concentração na Europa Ocidental, especialmente na França e Alemanha, e, a partir de 1860, também na Rússia. No século XX, o intercâmbio entre os pesquisadores aumentou e os Estados Unidos tiveram um grande desenvolvimento nessa área. Se no século XIX, a aplicação de muitos compostos orgânicos na indústria de corantes causou um

incentivo a essa área, o século XX presenciou a multiplicidade de aplicações das propriedades de compostos orgânicos. As indústrias farmacêuticas e a agricultura são dois grandes exemplos dessa relação.

A ciência química modificou de forma substancial, especialmente nas quatro últimas décadas. As clássicas divisões de química analítica, química inorgânica, físico-química e química orgânica cada vez mais perdem de vistas os limites de suas fronteiras e interação, tanto entre si quanto com outras áreas. Com isso, elas avançaram para domínios mais específicos como, por exemplo: nanotecnologia, ciência dos materiais e química computacional. A relação entre a química e a tecnologia química também se torna cada vez mais aprofundada, por causa da busca por dar soluções para problemas novos e/ou pela necessidade de novas demandas da sociedade, inclusive resultantes das ações negativas da própria química. Essas modificações acabam por incidir no ensino de química

A abordagem da teoria estrutural da Química Orgânica no ensino: a necessidade de uma ênfase histórico-epistemológica

O ensino de química orgânica começou a ser desenvolvido em torno da década de 1860, época na qual as universidades com cursos de química tratavam de forma indissociável a pesquisa e o ensino. Nesse contexto, ele estava associado à formação de futuros cientistas, incentivando também a publicação de mais livros e de mais revistas científicas. Ao longo do século XX, os avanços e peculiaridades desse ramo da química passaram a ser mais destacados e ganharam maior difusão entre a comunidade química. Tais aspectos contribuíram para a inclusão da química como disciplina escolar.

O conhecimento atual em torno da química orgânica é extremamente diversificado. Essa característica dificulta a sua

sistematização, dado o grau de complexidade e de profundidade dos conceitos abordados. No processo de ensino-aprendizagem, didaticamente, uma das formas de tratar essa questão é especializar o conhecimento disciplinar em química orgânica, em grau crescente de complexidade, de acordo com os diferentes níveis de ensino. Dessa forma, eles passam a se constituir como conhecimentos curriculares. Conhecimentos que são atualizados e transmitidos entre os químicos e para a instrução das pessoas, especialmente por meio de livros. Contudo, se na segunda metade do século XIX os primeiros livros de química orgânica davam conta de todo o conhecimento produzido e se dedicavam a todos que se interessavam pela área, na metade do século XX tal situação mudou bastante.

Por questões histórico-epistemológicas, propiciou-se a construção de um currículo que guardava uma identidade com as organizações contidas nos livros textos utilizados nas universidades, característica observada até o presente em muitos livros de química orgânica utilizados no ensino médio do nosso País (MARCELINO JÚNIOR, 2014). A evolução dos programas curriculares demonstra que, desde o início do ensino de química no Brasil, tanto no nível médio quanto superior, houve uma nítida distinção e separação de conteúdos de acordo com áreas de concentração. A abordagem escolar coloca que a química orgânica é uma “química diferente”, à parte dos demais conteúdos que envolvem o ensino-aprendizagem da ciência química. Na grande maioria das escolas do ensino médio, o ensino da química orgânica ocorre na terceira série, quando o tempo didático permite.

A fragmentação dos conteúdos apresentados nos livros didáticos tradicionais também coloca a química orgânica no final da sua sequência ou, quando a coleção possui diferentes volumes, a química orgânica é apresentada no último volume. Apesar de sua importância, muitas vezes a química orgânica é ensinada de forma deficitária ou não é ensinada aos estudantes do ensino médio.

Tais limitações podem gerar dificuldades, desde a ausência de conceitos para formação de um pensamento químico quanto ao próprio desinteresse pela disciplina ou pela própria química.

Algumas pesquisas revelam que os estudantes apresentam diferentes problemas associados a conceitos tradicionalmente trabalhados nesses conteúdos (MARCELINO JÚNIOR, 2014). Dificuldades nas representações simbólicas, na estereoquímica e concepções alternativas frente a diferentes conceitos são alguns exemplos nesse sentido. Muitas dessas dificuldades comprometem os desempenhos dos estudantes quando ingressam em cursos de graduação nos quais são requisitados conceitos de química orgânica. Parte dessas dificuldades pode ser creditada à ênfase memorística dada pelos manuais didáticos e por muitos professores do ensino médio, e por seus professores-formadores nas licenciaturas, aos sistemas de nomenclatura dos substâncias e classificações das funções orgânicas. Em contrapartida, outros aspectos vêm sendo minimizando ou excluindo totalmente, como as propriedades e aplicações das substâncias orgânicas.

Os livros didáticos têm sido historicamente o principal recurso didático utilizado pelos professores de química para preparação das suas aulas e como fonte bibliográfica. Percebe-se que muitos livros textos de química não se utilizam adequadamente de abordagens da história, da sociologia e da filosofia da ciência. Tal aspecto pôde ser verificado em livros de química orgânica em relação à teoria estrutural, conforme revelado em uma investigação em um conjunto de sete livros texto, constituído por: quatro livros aprovados pelo Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio (PNLEM), e outros três livros bastante utilizados pelos professores de escolas privadas do Brasil (MARCELINO JÚNIOR, 2014).

Nessa investigação, a abordagem dos aspectos históricos em cada volume contemplou três categorias análise: i) ocorrência de abordagem histórica – referente à identificação de registros sobre

a natureza e ou desenvolvimento histórico em torno do conteúdo “teoria estrutural” nos livros didáticos; ii) personificação da autoria– relativa à vinculação da ideia de descobrimento ou autoria teórica por parte de algum ou mais de um cientista; e iii) relato de controvérsias – voltado à vinculação de citação direta de controvérsia(s) ou de informações sobre a existência das mesmas em torno dessa teoria. A sistematização dos resultados da análise está apresentada no Quadro 1.

Livro didático	Categorias de análises		
	Ocorrência de abordagem histórica	Existência de personificação para a autoria	Relato de controvérsia
A	Parcial	Kekulé e Couper	Não
B	Sim	Kekulé e Couper	Não
C	Não	Não	Não
D	Não	Não	Não
E	Não	Não	Não
F	Não	Não	Não
G	Sim	Kekulé e Couper	Não

Quadro 1: Análise da abordagem histórica em torno da teoria estrutural da química orgânica nos livros didáticos de química do ensino médio

Fonte: Dados da pesquisa (2014).

Os resultados indicam que há pouca abordagem histórica sobre a teoria estrutural nos livros investigados. Além disso, quando ocorre, ela está centrada na personificação da teoria nas figuras de Kekulé e de Couper, que aparece distanciada das controvérsias existentes à época, pois elas são ignoradas pelos autores.

Talvez essas opções seguidas nos livros didático seja um dos fatores contributivos para o fortalecimento de visões empiristas, ateóricas e aproblemáticas sobre a formação dos conhecimentos químicos e da visão de ciência demonstradas pelos estudantes. Esse fato reforça a visão kuhniana sobre tais “manuais”, destacando os seus papéis em privilegiar a reconstrução de um determinado

campo do conhecimento tendo como referência a afirmação do paradigma atual, em detrimento da exploração da complexidade histórica de como esse mesmo campo foi construído (KUHN, 2011). Assim, os livros acabam atuando como instrumentos da comunidade científica para formar as gerações dentro do paradigma vigente.

Os livros textos utilizados no ensino disciplinar geralmente são transposições de obras voltadas à comunidade científica. Essas últimas constituem a literatura destinada à formação de químicos e/ou de atualização de químicos em atividade. Analisando esse processo em termos kuhnianos, verifica-se que nesse tipo de atividade reside a força da “ciência normal”. Ao evitar polêmicas e controvérsias, busca-se eliminar o conflito e, simultaneamente, privilegiar a manutenção do consenso entre os membros da comunidade científica.

Há pouco espaço destinado à apresentação e discussão de controvérsias científicas no ensino de química. Por outro lado, a inclusão desse tipo de temática no ensino de conteúdos específicos, pela via de uma abordagem da história e filosofia da ciência, pode favorecer a identificação de interesses e valores sociais sobre o conhecimento tratado. Também podem revelar que muitas vezes esse conhecimento até chegar ao *status* de reconhecimento pode depender de negociações, debates e superação ou consolidação de preconceitos. Na formação inicial e continuada dos professores de química esse é um conhecimento a ser adquirido.

Considerações finais

Muitos químicos de países distintos superaram enormes dificuldades à época e contribuíram para que ocorresse o desenvolvimento da teoria estrutural da química orgânica. O trabalho deles foi grandioso e instituiu um importante paradigma para o desenvolvimento da química. Para que a compreensão das

fórmulas dos compostos orgânicos pudesse ser realizada, até ela adquirir um arcabouço conceitual com as propostas de Couper, Kekulé e Butlerov, concepções divergentes auxiliaram a superar questões problemáticas. Apesar de o reconhecimento dessa contribuição ser usualmente personificado na figura de alguns cientistas, vários pesquisadores e colaboradores participaram desse esforço de concepção teórica e experimental. Esse fato evidencia a perspectiva humana da ciência, mostrando-a como um empreendimento coletivo. Igualmente, demonstra uma característica da comunidade científica em tentar difundir a cultura de reconhecimento individual aos seus “descobridores”.

A teoria estrutural da química orgânica é um conteúdo curricular imprescindível para os diferentes níveis de ensino de química. Do ponto de vista científico, o seu conhecimento e a compreensão dos seus princípios são necessários para o entendimento de toda a estrutura da química orgânica. Do ponto de vista epistemológico, o seu valor também não pode ser subestimado. Particularmente, o valor histórico-cultural da temática pela correspondência a um período da história da humanidade e da história da ciência de consolidação e profissionalização da química, com fortes implicações econômicas e sociais. Simultaneamente, ela abrange o período de consolidação de uma comunidade química, constituída por homens e mulheres - que passaram a estudar e se formar em química - e sujeita a diferentes formas de comportamentos humanos.

O percurso do desenvolvimento dessa teoria também é permeado por diferentes circunstâncias que retratam a competição de teorias rivais no progresso da química. Elas acirram o debate e desencadeiam controvérsias dentre os membros da comunidade científica, expondo os atributos de meritocracia por ela atribuídos.

A abordagem escolar e acadêmica em torno da teoria estrutural pode considerar alguns desses fatores. Assim, ela diferirá das simplificações e deturpações existentes em torno do assunto,

pautadas nas visões livrescas contributivas a um papel ilustrativo da história da química, que destacam a figura de Kekulé (e, talvez, de Couper), mas afastada do contexto da época e das controvérsias existentes.

Espera-se que algumas das discussões abordadas nesse texto possam estimular e gerar interesses. Deseja-se que a temática, aqui explorada de forma abrangente, possa ser trabalhada de modo mais aprofundado em situações futuras. Com isso, fica a expectativa de que diversos pontos, inclusive os falhos e/ou inconsistentes, incentivem a elaboração de outros textos e suscitem a realização de investigações mais sólidas na educação química. Além disso, pretende-se que, de alguma forma, essa abordagem contribua para a formação do professor de química, pois o percurso histórico-social da formulação da teoria estrutural da química orgânica é um conhecimento necessário para o exercício da sua profissão.

Referências

ARAUJO NETO, W. N. A noção clássica de valência e o limiar da representação estrutural. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**. São Paulo, v. 7, p. 13 - 24, 2007.

BALABAN, A. T.; KLEIN, D. J. Is chemistry ‘The Central Science’? How are different sciences related? Co-citations, reductionism, emergence, and posets. **Scientometrics**. Nova Delhi, v. 69, n. 3, 615–637, 2006.

BENFEY, O. T. **From vital force to structural formulas**. Philadelphia: Chemical Heritage Foundation, 1992.

BERNAL, J. D. Science, Industry and Society in the Nineteenth Century. **Centaurus**. Paris, v. 50, n. 1-2, p. 73-100, 2008.

BROOKS, Nathan M. Alexander Butlerov and the Professionalization of Science in Russia. **Russian Review**. Moscou, v. 57, n. 1, p. 10-24 1998.

BURKE, P. **Uma história social do conhecimento**: de Gutenberg a Diderot. [Traduzido do original: A social history of knowledge (from gutenberg to diderot)]. Plínio Dentzien(Trad.). Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2003.

BYKOV, G. V. The Origin of the Theory of Chemical Structure. **Journal of Chemical Education**. Washington, v. 39, n. 5, p. 220 – 224, 1962.

CAMEL, T. O.; KOEHLER, C. B. G.; FILGUEIRAS, C. A. L. A química orgânica na consolidação dos conceitos de átomo e molécula. **Química Nova**. Ijuí, v. 32, n. 2, 543-553, 2009.

CHALMERS, A. F. **O que é Ciência, afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1995.

COOKE, H. A historical study of structures for communication of organic chemistry information prior to 1950. **Org. Biomol. Chem**. Londres, v. 2, p. 3179-3191, 2004.

FERNÁNDEZ, I. et al. Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. **Enseñanza de las Ciencias**. Vigo, v. 20, n. 3, 477-488, 2002.

GALLEGO TORRES, A. P.; GALLEGUO BADILLO, R.; PÉREZ MIRANDA, R. El contexto histórico didáctico de la institucionalización de la química como ciencia. **Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien**. Cádiz, v. 6, n. 2, 247-263, 2009.

GIL PÉREZ, D. et. al. Para uma Imagem Não Deformada do Trabalho Científico. **Ciência e Educação**. Bauru: Unesp, v. 7, n. 2, 125-153, 2001.

GRAHAM, Loren R. A Soviet Marxist View of Structural Chemistry. The Theory of Resonance Controversy. **Isis**. Chicago: University of Chicago Press, v. 55, n. 179, 1964.

KUHN, T. S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. 10^a ed. São Paulo: Editora Perspectiva S. A., 2011.

LARDER D. F.; KLUGE, F. F. Alexander Mikhailovich Butlerov's theory of chemical structure. **Journal of Chemical Education**. Washington, v. 48, n. 5, p. 287, 1971.

MAAR, J. H. Aspectos da sistematização da Química Orgânica. **Revista da SBHC**. Rio de Janeiro, v. 11, p. 49-55, 1994.

MALDANER, O. A. A pesquisa como perspectiva de formação continuada de professores de Química. **Química Nova**. Ijuí, v. 22, 289-292, 1999.

MARCELINO JÚNIOR, C. A. C.; NÚÑEZ, I. B. A importância de Aleksandr Butlerov para a história da química e as controvérsias em torno da sua contribuição para a teoria estrutural. In: SIMÕES NETO, J.E.(Org.). **Histórias da química**. Curitiba: Appis Editora. 2017.

MARCELINO JÚNIOR, C. A. C. **Desenvolvimento de um sistema didático para a formação da habilidade de explicar as propriedades dos isômeros, em licenciandos em química, na perspectiva da teoria de P.YA. Galperin**. 2014. 317f. Tese

(Doutorado em Educação) - Centro de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

NARASIMHAN, M. G. Controversy in science. **Journal of Biosciences**. Nova Delhi, v. 26, n. 3, 299-304, 2001.

NEVES, L.S.; NUÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L.; SILVEIRA, G. C. L.; DINIZ, A. L. P. O conhecimento pedagógico do conteúdo: Lei e Tabela Periódica. Uma reflexão para a formação do licenciado em Química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v. 1, n. 2, 85-96, mai./ago. 2001.

NUNES DOS SANTOS, A. M. Agostinho Vicente Lourenço e a Química Orgânica do Séc. XIX. **Colóquio/Ciências**. Lisboa, v. 15, p. 83-102, 1994.

OKI, M. C. M. O Congresso de Karlsruhe e a Busca de Consenso Sobre a Realidade Atômica no século XIX. **Química Nova na Escola**. São Paulo, v. 26, p. 24-28, 2007.

RAMALHO, B. L.; NUÑEZ, I. B.; GAUTHIER, C. **Formar o Professor Profissionalizar o Ensino**: perspectivas e desafios. 2. ed. Porto Alegre: Editora Sulina, 2004. v. 2. 208 p.

RAMBERG, P. J. **Chemical Structure, Spatial Arrangement**: The Early History of Stereochemistry, 1874-1914. Ramberg Aldershot: Ashgate Publishing, 2003.

RESTIVO, S. La ciencia moderna como problema social. **Fin de Siglo**. Buenos Aires, v. 3, p. 20-39. 1992.

RIDDELL, F. G.; ROBINSON, M. J. T. J. H. Van't Hoff and J.A. Le Bel – Their historical context. **Tetrahedrom**. Amsterdã, v. 30, p. 2001-2007, 1974.

ROCKE, A. J. Kekulé, Butlerov, and the Historiography of the Theory of Chemical Structure. **The British Journal for the History of Science**. Londres, v. 14, n. 1, p. 27-57, 1981.

ROCKE, A. J. **The Quiet Revolution**: Hermann Kolbe and the Science of Organic Chemistry. Berkeley: University of California Press, 1993.

ROUVRAY, D. H. The origins of chemical graph theory. In: BONCHEV, D.; ROUVRAY, D. H. (Eds). **Chemical Graph Theory**: Introduction and Fundamentals. Abacus Press: New York, 1991.

SOLBES, J.; TRAVER, M. Resultados obtenidos introduciendo historia de la ciência en las clases de Física y Química: mejora de la imagen de la ciencia y desarrollo de actitudes positivas. **Enseñanza de las Ciencias**. Vigo, v. 19, n. 1, p. 151-162, 2001.

SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. B. **Química orgânica**. v.1. Rio de Janeiro: LTC. 2005.

VAN BRAKEL, J. **Philosophy of Chemistry**: Between the Manifest and the Scientific Image. Leuven: Leuven University Press, 2000.

7



A TEORIA DA COMPLEXIDADE NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Paulo César Geglio
Anna Karolina Fidelis

Introdução: princípios da teoria da complexidade

A partir de uma perspectiva dialógica entre ensino de ciências e teoria da complexidade estabelecemos uma discussão em torno da construção de uma cidadania planetária. Não obstante, é preciso entender essa elaboração teórica e suas contribuições para a educação em ciências, o que pressupõe conhecer seus antecedentes e os princípios que favoreceram sua sistematização. Apresentamos nesse ensaio as bases norteadoras sobre a complexidade, assim como a trajetória de constituição das ciências como disciplina escolar e a possibilidade teórico-metodológica do seu ensino baseado na visão complexa.

O termo complexidade vem da palavra *complexas* e significa “[...] o que está junto; é o tecido formado por diferentes fios que se transformaram numa só coisa” (MORIN, 2005, p. 188). Assim, tudo se entrecruza sem que ocorra a destruição da diversidade das

complexidades que formaram a unidade do *complexus*. A partir de uma perspectiva multidimensional, a complexidade articula as partes, as categorias cognitivas, os recortes das disciplinas. Contudo, isso não significa dizer que ela contempla todas as informações de determinado fenômeno, mas respeita as variadas dimensões de informações (MORIN, 2005).

A teoria da complexidade também é conhecida por teoria dos sistemas complexos (FRANCO, 2013). Com base no New England Complex Systems Institute (NECSI) os sistemas complexos constituem um novo campo da ciência e tem como objetivo estudar as partes de um sistema que originam os comportamentos coletivos dos sistemas e a forma como eles interagem com o meio. Assim, torna-se necessário substituir o pensamento separado por um que esteja na forma de conjunto. “[...] O conhecimento da integração das partes ao que seja completado pelo reconhecimento no interior das partes” (MORIN, 2007, p. 20).

Morin (1997) contudo, explica que existem duas ilusões relacionadas ao pensamento complexo. A primeira ilusão, relaciona-se ao fato de crer que a complexidade elimina a simplicidade. Certamente, a complexidade aparece onde o pensamento simplificador falha e enquanto o elo desintegra a complexidade do real, o pensamento complexo busca integrar todas as formas de pensar de maneira simplificada, rejeitando as consequências reducionistas, mutilantes e unidimensionais. A segunda ilusão baseia-se em confundir complexidade com completude. Embora o pensamento complexo tente integrar, religar ou articular os domínios disciplinares, atingir o pensamento completo é impossível.

Mariotti (2000) defende que o pensamento complexo surgiu para complementar a visão linear do reducionismo e a concepção holística apresentada pelo pensamento sistêmico. Para ele, a complexidade corresponde a multiplicidade e interação mútua que existe entre os infinitos sistemas e fenômenos que compõem o universo. A complexidade só pode ser compreendida por um

pensamento que aceite além da multiplicidade, para existir a aleatoriedade e a incerteza. Essa concepção confronta o pensamento linear da física clássica, baseada no paradigma da ciência moderna.

Sobre esse paradigma da ciência moderna, Prigogine (1996) explica que entre os séculos XVII e XIX predominava a crença de que o universo funcionava a partir da ordem e estabilidade. A física tradicional defendia um determinismo nas leis naturais, a partir da qual era possível chegar a um conhecimento ideal. Acreditava-se que a partir de condições iniciais era possível garantir a previsibilidade do futuro, de modo a controlar a natureza e tudo ser determinado. Naquele período, a natureza era definida como uma máquina. O universo funcionava de acordo com as leis mecânicas, governadas por exatos cálculos matemáticos. Impera a visão de que a matéria poderia ser explicada a partir da organização e do movimento das suas partes. Por conseguinte, havia o entendimento de que todos os fenômenos complexos poderiam ser compreendidos quando reduzidos partes constituintes. Esse pressuposto levou a fragmentação do conhecimento e foi o responsável pelo surgimento das disciplinas acadêmicas. Nomeado como pensamento newtoniano-cartesiano, esse paradigma preconizou a fragmentação do todo e, por consequência, o conhecimento foi dividido por áreas, estas, por sua vez, em cursos e estes em disciplinas. Dessa forma o conhecimento caminhou em direção à especialização e passou a ser caracterizado pela disciplinaridade. As fronteiras entre as disciplinas ficaram ainda mais presentes e as que poderiam ser integradas ficaram reprimidas (BEHRENS, 1999; SANTOS, 1988; CAPRA, 1996).

Morin (1997) nomeia esse fenômeno de “paradigma da simplificação”, por vivermos sob domínio dos princípios de disjunção, redução e abstração. Para ele, o paradigma cartesiano, ao desarticular o sujeito pensante (*ego cogitans*) e a coisa extensa (*res extensa*), separou a filosofia e a ciência. Dessa forma, a separação entre o conhecimento científico e a reflexão filosófica resultou

na limitação da ciência como autoconhecimento e autorreflexão. Além de isolar, de maneira radical, os três grandes campos do conhecimento científico, que são a Física, a Biologia e a ciência do homem. O autor afirma que esse paradigma, sem dúvida, criado no século XVII permitiu enormes avanços ao conhecimento científico e a reflexão filosófica. No entanto, algumas consequências começaram a surgir a partir do século XX.

Em contraste a essa concepção surgia, a partir da física moderna, uma nova visão de mundo que abandonou a ideia do universo como máquina e passou a concebê-lo como um sistema dinâmico, no qual todas as partes estão inter-relacionadas. Esse novo pensamento revelou que não é possível decompor o mundo em unidades ínfimas independentes, pois a natureza não apresenta elementos isolados. Pelo contrário, ela se constitui como uma teia que envolve os fenômenos entre as várias partes de um todo (CAPRA, 1996). Essa maneira de ver o mundo, no início do século XX, conduziu a ciência a uma nova percepção dos fenômenos, fazendo emergir um outro paradigma científico. Esse avanço denominado como paradigma emergente ou da complexidade, que possui várias denominações, foi responsável por questionar o conhecimento fragmentado, na busca da reintegração e percepção dos fenômenos de maneira complexa e integral. Com ele foi possível perceber que para compreendermos um fenômeno é necessário abandonar a ideia do reducionismo, entendendo o todo a partir das qualidades das partes, e analisar as partes para o todo e o todo para as partes. Assim, substituímos a visão linear por uma explicação em movimento (BEHRENS, 1999; MORIN, 2005).

Dentre os pesquisadores que favoreceram a teoria da complexidade, destacamos o químico russo Ilya Prigogine. Ele considera que o universo é como um sistema termodinâmico gigante e altamente heterogêneo, no qual encontra-se instabilidades e bifurcações. Considerado como um sistema complexo, o universo encontra-se em evolução, com fenômenos associados

a auto-organização e a estruturas dissipativas. O autor apresenta a noção da irreversibilidade, no qual o tempo é irreversível e vincula-se a uma nova formulação das leis da natureza. Essa formulação, entendida como probabilista, fornece os princípios que contribuem para a decifração do universo que está em construção, no qual a natureza não opera sempre dentro do parâmetro da previsibilidade, pois vivemos em um sistema dinâmico, onde o futuro não é dado. Dessa maneira, afirma o autor, vivemos o fim da certeza, expressão, aliás, que é o título de uma de suas obras (PRIGOGINE, 1996).

Para Prigogine (1996), a ciência é definida como um diálogo imprevisível com a natureza, pois as respostas são inesperadas. Desse modo, a noção de natureza, para ele, é tratada como imprevisível e indeterminista. Com esse entendimento, a realidade do 'devenir' é a condição essencial para esse diálogo e a ciência passa por uma nova concepção, sobretudo na sua relação com o homem e com o meio social. O autor defende que a natureza deve ser compreendida na sua complexidade. Mas para isso é necessário que ocorra uma metamorfose, algumas certezas da ciência necessitam ser repensadas e a linguagem para descrever o universo deve ser utilizada de maneira diferente. Para ele, vivemos o surgimento de uma nova ciência, que não se restringe a fenômenos simplificados e idealizados, mas coloca-nos frente a complexidade de um novo mundo, “[...] uma ciência que permite que se viva a criatividade humana como a expressão singular de um traço fundamental comum a todos os níveis da natureza” (PRIGOGINE, 1996, p. 14).

Dizer que algo é complexo significa que determinado fenômeno quebra a simetria temporal e irreduzível, sem que possamos aplicar trajetórias. Assim, “[...] as leis da dinâmica assumem, então, uma significação nova: elas incorporam a irreversibilidade e não exprimem mais certezas, e sim probabilidades” (PRIGOGINE, 1996, p. 131). O autor, considera que as leis da natureza deixam

de lado as certezas morais e assumem um novo significado, a existência de possibilidade. Não se trata mais somente do ser, mas do 'dever'. Contudo, Prigogine (1996) argumenta que a ciência só será percebida pela humanidade quando for possível apresentar a importância e o contexto do conhecimento científico no seio da sociedade, mas isso só será possível quando os cientistas compreenderem melhor os fenômenos da ciência, pois para o autor, o conhecimento vai além do vínculo entre o que se conhece e o que é conhecido.

O ensino de Ciências e suas tendências teórico-metodológicas

Apresentamos um breve quadro histórico da trajetória do ensino de ciências, englobando as iniciativas para sua instituição como disciplina escolar, as tendências teóricas sobre elas e as pesquisas que constituem essa área de estudo. Abordamos as contribuições de pesquisadores e de documentos legais que reforçam a discussão sobre o assunto.

Para Nardi (2005), a maneira de produzir ciência vem se modificando e um dos meios que possibilitou a propagação da ciência foi a escola. O autor explica que ela não só oportunizou o ensino da disciplina, contribuindo para a formação de novos cientistas, como também colaborou para a difusão de produções científicas integrando-as à sociedade. Contudo, ele argumenta que os fatores determinantes para fortalecer a área de ensino de ciências, remontam ao final da década de 1950. Sobre isso, Krasilchik (1988) afirma que os objetivos do ensino de ciências sempre estiveram atrelados a preocupação do desenvolvimento e atualização de programas relacionados ao progresso da própria ciência. A autora, que apresenta o histórico do ensino de ciências a partir da década de 1950, explica que no período denominado de Guerra Fria, que inicia por volta de meados dos anos de 1940 e dura até o início de 1990, e a produção científica era muito grande

e valorizava-se uma educação elitista com o intuito de formar cientistas para atuar em países que necessitavam de investimentos científicos e tecnológicos, como, por exemplo, o Brasil.

Para Nascimento, Fernandes e Mendonça (2010), o desenvolvimento tecnológico e científico internacional e nacional exercem até os dias atuais forte influência no ensino de ciências. A partir de um quadro histórico, o autor mostra como nos anos de 1950 o cenário curricular do ensino de ciências esteve caracterizado pela predominância da ciência como verdade, fato que influenciou os estudantes a pensar e agir com base nos princípios da ciência.

Com o golpe militar no Brasil em 1964 houve uma mudança no modelo econômico que propiciou uma busca social pela educação. Isso contribuiu ainda mais para a deficiência do sistema educacional brasileiro, que já sofria a carência de investimentos. Para tentar amenizar esse cenário, o governo firmou uma parceria com a United States Agency for International Development (Usaid), que ficou conhecida como acordo Mec/Usaid, que visava promover o desenvolvimento do país, sob os interesses do governo estadunidense. O acordo recomendou aos governantes brasileiros o uso de métodos e conteúdos eficazes para uma vigorosa formação científica.

As propostas curriculares para o ensino de ciências no Brasil foram influenciadas por recomendações de cientistas renomados dos Estados Unidos e Inglaterra. Eram pessoas que se preocupavam com a formação dos universitários, considerados futuros cientistas. Havia naquela época uma preocupação em oferecer um ensino de ciências atualizado e eficiente. Com isso, o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC) tentou adequar alguns projetos para as escolas brasileiras, mas o resultado não foi satisfatório. Os professores mostraram resistência em função da falta de formação adequada, além da incoerência entre o que estava registrado nas sugestões dos manuais, com a realidade brasileira.

Ainda no período da década de 1960, com a crescente industrialização e a expansão do desenvolvimento científico e tecnológico mundial, o ensino passou a ter objetivos que visavam possibilitar aos estudantes conhecimentos científicos atualizados e proporcionar vivências com os processos de investigações científicas. Com isso, ocorreram mudanças curriculares que recomendaram a substituição dos métodos de ensino expositivos por métodos ativos. Sob essa perspectiva práticas de laboratórios passaram a ter destaque, com o argumento de qualificar os estudantes para a formação científica. As atividades tinham o objetivo de motivar, auxiliar e facilitar a compreensão dos fatos e conceitos da ciência, fundamentadas na perspectiva do estudante aprender com a prática. As equipes pedagógicas passaram a atualizar os conteúdos do ensino de ciências, elaborar materiais didáticos e oferecer cursos para os professores. Sobre esse período, Krasilchik (1988) relata que a importância do conhecimento e a capacidade de uso do método científico alcançaram grande ênfase e foram percebidos

[...] como um processo racional de tomada de decisão, com base em dados e com critérios objetivos. A importância dada a aulas práticas que, tradicionalmente, originava-se de sua eficiência como forma de aquisição de informação dos chamados produtos da ciência, deriva, agora, do potencial educativo de repetição do processo usado pelos cientistas em seus laboratórios na busca de informações e descobertas (KRASILCHIK, 1988, p. 56).

A observação, hipótese e questionamentos davam sentido aos padrões dos modelos experimentais, vistos como receitas para guiar os estudantes na realização dos métodos científicos.

Ainda em meados dos anos de 1960 foi criada a Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências

(Funbec), localizada na Universidade de São Paulo, que oferecia treinamento aos professores e produzia manuais didáticos para atividades experimentais com o uso de materiais de baixo custo. Além disso, para promover a ciência na sociedade e intensificar a melhoria do ensino dessa disciplina nas escolas, o Ministério da Educação (MEC) criou Centros de Ciências nas maiores capitais brasileiras: Salvador, Belo Horizonte, São Paulo, Porto Alegre, Rio de Janeiro e Recife. Segundo Krasilchik (1980 apud NARDI, 2005), o objetivo era descentralizar as atividades e buscar soluções para os problemas regionais do ensino de ciências.

Os centros apresentavam diferenças organizacionais em função das condições locais, alguns tinham vínculo com secretarias de educação e outros com universidades. Atualmente ainda há dois deles, um localizado no Rio de Janeiro mantido pela Secretaria de Ciência e Tecnologia e outro em Belo Horizonte associado à Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Os outros foram extintos ou incorporados as universidades, se tornando estrutura de grupos de professores para a realização de pesquisas no ensino de ciências ou confecção de materiais didáticos.

Com a expansão de pesquisas e cursos de pós-graduação com abordagem no ensino de ciências, as organizações citadas acima reconquistaram atenção em âmbito nacional e internacional, e foram ampliadas nos centros de ciências e universidades, que implementaram programas como o Projeto de Melhoria do Ensino de Ciências e Matemática (Premem) e o Subprograma de Educação para a Ciência (SPEC), ambos vinculados à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e mais recentemente ao pró-Ciências e aos programas de educação científica e ambiental do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010; WALDHELM, 2007).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) registram que alguns fatos são importantes para mostrar as diferentes tendências que surgiram ao longo da história e que estão presentes até os dias atuais no âmbito escolar. O documento mostra que durante alguns anos existiram resistências para a implantação do ensino de ciências no currículo e somente a partir da promulgação da Lei de Diretrizes e Bases nº 4.024/61 houve a obrigatoriedade da disciplina em todas as séries ginasiais, considerando que antes a disciplina era ministrada apenas para as últimas duas séries do antigo curso ginasial. Porém, com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional nº 5.692/71 ela passou a ser obrigatória em todas as séries do primeiro grau, que se estendia do 1º ao 8º ano escolar.

Segundo Krasilchik (2004), à medida que o país foi passando por transformações políticas, houve mudança na concepção sobre o papel da escola. Ela não era mais responsável pela formação de apenas um grupo e sim de todos os cidadãos. Para a autora, a lei nº 4.024/61 ampliou bastante a participação das ciências no currículo escolar, além de ter propiciado o aumento da carga horária da Física, Química e Biologia no currículo do curso ginasial. Tais disciplinas tinham a função de desenvolver o espírito crítico a partir dos métodos científicos. Dessa forma, o cidadão era preparado para tomar decisões, pensar de maneira lógica e criticar a partir de informações e dados.

Os PCN também registram que as propostas de renovação para o ensino de ciências eram influenciadas pela necessidade de corresponder aos avanços tecnológicos e ideias pedagógicas da Escola Nova. “Essa tendência deslocou o eixo da questão pedagógica dos aspectos puramente lógicos para aspectos psicológicos, valorizando-se a participação ativa do estudante no processo de aprendizagem” (BRASIL, 1998, p. 19). Com a necessidade de responder ao avanço do conhecimento científico, as atividades práticas passaram a ser elemento importante para a “compreensão

ativa de conceitos” e o aluno passou a ser considerado protagonista no seu processo de aprendizagem.

Bueno, Farias e Ferreira (2012), afirmam que a concepção Escolanovista desenvolveu-se em oposição ao ensino tradicional, inicialmente com sua forte influência na Europa e nos Estados Unidos ao final do século XIX também chegou a alguns países da América Latina, como, por exemplo, o Brasil. Com adaptações ao contexto cultural do nosso cenário educacional brasileiro.

Mesmo assim, o objetivo principal era mudar o ensino tradicional e proporcionar ao aluno participação ativa na construção do conhecimento. Conforme os PCN (BRASIL, 1998), durante muitos anos, o destaque ao método científico ficou estabelecido nos objetivos do ensino de ciências da natureza e fez alguns professores acreditarem que as atividades experimentais poderiam ser a solução para o ensino, por isso influenciou intensamente os cursos de formações de professores.

O que se pretendia era a democratização do conhecimento científico, todos deveriam conseguir reconhecer a importância desse saber. Assim, o principal objetivo do ensino de ciências passou a ser a redenção científica do aluno, a partir da prática de experimentos já conhecidos pela ciência. O estudante deveria, então, identificar problemas, levantar hipóteses, discutir e concluir ideias sobre um fato, a partir de uma sequência de etapas preestabelecidas pelo método científico. Atingir esse objetivo se tornou tarefa hercúlea em função da carência de espaços e equipamentos para a realização de atividades experimentais, fato que, muitas vezes, impossibilitava a execução das orientações presentes nos materiais instrucionais, limitando o trabalho do professor à leitura dos textos.

Na década de 1970 o ensino de ciências foi marcado predominantemente pela universalização do conhecimento científico. Era com base na ciência que se explicava todos os fenômenos, o que levou muitas pessoas a substituir crenças religiosas pela crença na objetividade (NASCIMENTO; FERNANDES;

MENDONÇA, 2010). Naquele momento o ensino de ciências era influenciado por concepções empiristas, em que a observação se consagrava como a fonte do conhecimento científico, e a ideia que “[...] as teorias científicas não são criadas, inventadas ou construídas mas descobertas em conjuntos de dados empíricos. A ciência é neutra, livre de pressupostos ou preconceitos” (SILVEIRA, 1992, p. 36).

Com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional nº 5.692/71, houve modificações no papel da escola e, consequentemente, no ensino de ciências, por imposições da Ditadura Militar. A escola deixou de priorizar a cidadania para focar na formação do trabalhador. Com isso, as disciplinas científicas foram afetadas e passaram a ter caráter profissionalizante, no entanto as escolas privadas continuaram a preparar seus alunos para o curso superior, enfocando, dessa maneira, o conhecimento científico propedêutico e não com vistas à aplicabilidade técnica. No âmbito da formação profissionalizante, o conhecimento científico deixou de ser prioridade. Com isso,

[...] as disciplinas científicas tiveram sua carga horária reduzida, o currículo foi acrescido de uma série de disciplinas pretensamente técnicas que, na verdade, fragmentaram, esfacelaram as demais disciplinas, impedindo que o conhecimento fosse apresentado aos estudantes com coerência e sentido. (KRASILCHIK, 1988, p. 56).

As disciplinas científicas ficaram mais memorísticas e fragmentadas. Na mesma época, em âmbito internacional, houve a tentativa de reunir os conteúdos científicos em uma nova disciplina definida por Ciência Integrada. No entanto, a proposta não foi aceita por motivos epistemológicos, políticos e desafios presentes no processo de formação de professores. De acordo com

Krasilchik (1988), embora em outros países alguns relatos foram positivos, no Brasil a tentativa foi abandonada, devido à dificuldade de compor um currículo coerente e suficiente para substituir o modelo tradicional.

Ainda em meados dos anos de 1970 surgiram questionamentos sobre a abordagem e a organização dos conteúdos na área das ciências. Desafios surgiram, dentre eles a prática interdisciplinar que visava integrar os conteúdos da Biologia, Química, Física e Geociências. Além disso, devido a crise energética decorrente da expansão da industrialização - na qual aspectos sociais e ambientais foram ignorados - emergiu a necessidade de abordar essa problemática nos currículos das escolas, sobretudo no âmbito do ensino de ciências (BRASIL, 1998). Sobre esse período, Krasilchik (2004) afirma que a ciência não era mais considerada a solução dos problemas, notava-se que os cientistas não eram tão privilegiados, a confiança da população no trabalho científico parecia declinar. As descobertas científicas passaram a causar mais danos que benefícios, aumentavam as críticas à ciência em âmbito nacional e internacional.

Ao final dos anos de 1970, devido a esses conflitos - que envolviam os aspectos sociais e ambientais-, influenciados por grandes potências econômicas, houve mudanças relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos científicos, com o intuito de garantir aos estudantes conhecimentos básicos para serem capazes de enfrentar os desafios expostos pelo processo de desenvolvimento. Surgiu, então, a necessidade de fundamentar as propostas curriculares com temas relacionados a cidadania, tecnologia e sociedade (CTS) (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010).

Em relação aos estudos da CTS, o interesse e o número de pesquisas aumentaram, sobretudo visando identificar as consequências do uso da tecnologia e aspectos éticos dos trabalhos dos cientistas. Para Santos e Mortimer (2001, apud WALDHELM,

2007), a ciência era vista como uma atividade neutra que buscava um conhecimento universal, cujas consequências e usos inadequados não eram de responsabilidade dos cientistas. O movimento CTS surgiu em contraposição a essa visão, ao excesso cientificista presente no currículo escolar da década de 1960.

Com a crítica à concepção de neutralidade da ciência, a sociologia e a filosofia passaram a discutir a responsabilidade e limitações dos cientistas, tentando integrar a ciência e a tecnologia nos processos sociais. Com isso, os aspectos sociais da ciência foram incorporados às propostas curriculares do curso ginásial e, em seguida, no curso primário. Para Waldhelm (2007), a inserção da ciência e da tecnologia (C&T) no currículo escolar fez com que os conteúdos dessa área de conhecimento não ficassem limitados às investigações científicas. Dessa maneira, os alunos passaram a aprender aquilo que era possível estabelecer relação com os aspectos políticos, econômicos e sociais, de modo a identificar os problemas do cotidiano e buscar soluções para os mesmos. Para isso, foram criados projetos que abordavam temas como poluição, economia, crescimento populacional, fontes de energia, de modo a ser tratados sob a perspectiva interdisciplinar.

O controle social nas questões da ciência e tecnologia fez com que os objetivos do ensino de ciências naturais fossem alterados, com o propósito de preparar os estudantes para atuar como cidadãos na tomada de decisão da C&T. De acordo com Teixeira (2000), esse movimento teve início nos países europeus e da América do Norte e deu origem a diversos projetos voltados para o ensino médio. Em paralelo a tendência CTS, no âmbito da educação escolar, ganhava força no Brasil correntes pedagógicas progressistas importantes como a Educação libertadora e a Pedagogia Crítico-Social dos Conteúdos, que, por sua vez, influenciaram o ensino de ciências. Mesmo com várias mudanças, persistiam as críticas aos métodos de ensino de ciências, sobretudo em relação à falta de atualização dos conteúdos (BRASIL, 1998).

A respeito das péssimas condições de ensino nas escolas, Krasilchik, registra que na década de 1980, no Brasil e em outros países, foram relatadas situações precárias que ainda marcavam a educação e o ensino de ciências. Mas, segundo ela, isso era apenas uma comprovação do que já era notório, a necessidade de reformulação dos programas educacionais (KRASILCHIK, 1992). Krasilchik (1980, apud NARDI, 2005), registra que as modalidades didáticas mais comuns eram as aulas expositivas e os conhecidos estudos dirigidos em grupos. Raramente existiam discussões em sala e apenas 15% do tempo era destinado a manifestações dos estudantes. Os assuntos ministrados tinham relação com a participação dos alunos, no entanto, entre ciências e os programas de saúde, os alunos interessavam-se mais por esse último. Outra observação era a quantidade semanal de aulas da disciplina de ciências, que era equivalente a três e os alunos tinham que memorizar em média 300 novos termos por ano. Nas escolas de 1º grau, o número de laboratórios era escasso. Quando existiam aulas práticas, os equipamentos eram levados para a sala de aula ao invés de ocorrer no laboratório. Os docentes justificavam que a falta de tempo para preparar experimentos era o motivo das aulas não acontecerem no laboratório. Segundo Nardi (2005), as conclusões chamaram atenção para a necessidade de preparação de professores, pois além dos conhecimentos básicos os alunos precisavam ter a compreensão das implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico, coisa que os professores não faziam.

No início dos anos de 1990, contudo, explica Krasilchik (1992), os objetivos do ensino de ciências contemplavam duas vertentes. A primeira era não considerar somente o papel atribuído as disciplinas científicas, com o intuito de formar um cidadão capaz de melhorar a qualidade de vida, mas que também, atuasse nas questões científicas e tecnológicas visando diminuir as diferenças existentes entre os países desenvolvidos e aqueles de terceiro mundo, como o Brasil. A segunda vertente focalizava o processo

do ensino das ciências, pelo qual era necessária a construção de um mapeamento das tendências que envolviam a aprendizagem e suas consequências para a prática dos professores em sala de aula, face ao conhecimento, competências e habilidades desenvolvidos pelos alunos. Isso levou a uma revisão dos currículos escolares, de maneira a fazer com que os alunos percebessem que além de aprender os saberes da ciência necessitavam compreender que ela (a ciência) se constituía como uma “instituição” social com influências poderosas na vida humana, política e social. Existia uma necessidade de formar o cidadão autônomo, capacitado para atuar em uma sociedade democrática, pluralista e participativa. Porém, os programas governamentais para a educação que objetivavam apresentar aos estudantes as influências da ciência e da tecnologia no cotidiano não chegaram a ser instituído de maneira efetiva nas práticas pedagógicas da maioria das escolas.

Para Krasilchik (1992), outro movimento relacionado aos objetivos do ensino de ciências foi denominado de “alfabetização científica”, que, segundo ela, esteve atrelado à crise educacional e a ausência de capacidade da escola em oferecer aos seus alunos os conhecimentos necessários para serem alfabetizados. A escola não estava preparada para atender a todos que tinham interesse em estudar, infelizmente ainda era baixo o número de estudantes interessados. Dessa maneira, a alfabetização científica passou a ser uma estratégia para o desenvolvimento do país, tornava-se cada vez mais importante aproximar a ciência e a tecnologia da vida cotidiana, das decisões e atitudes que o cidadão deve apresentar (KRASILCHIK, 2004; NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010).

Os PCN (BRASIL, 1998), elaborados ao final dos anos de 1990, retratam de maneira clara esse propósito do ensino de ciências naturais e argumentam que essa área é uma daquelas que possibilitam a reconstrução da interação entre o homem e a natureza. Com isso, cresceu a necessidade de identificar as

informações que envolvessem as questões científico-tecnológicas para que o cidadão pudesse compreender e participar das decisões, fossem elas de caráter social, econômico ou político.

A partir da década de 2000 a necessidade de todos os cidadãos terem responsabilidade social e ambiental ganhou ênfase nas discussões da educação científica. As questões relacionadas a formação cidadã se tornaram temas centrais no ensino de ciências, visando contribuir para a capacidade do indivíduo avaliar suas decisões pessoais e coletivas, e ser consciente das consequências delas (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010). Assim, discussões sobre a natureza e a importância da alfabetização geral e científica passaram a ser foco de pesquisadores e instituições como a Unesco, que investem grandes quantidades de recursos com o objetivo de integrar os educadores na ciência do mundo. Com esse intuito, foram criados projetos, como, por exemplo, o “2000 +” e “Alfabetização científica e tecnológica para todos como preparação para o ano 2000 em diante”. São projetos que visam a “[...] identificação da natureza e da importância de alfabetização científica, da seleção e ensino de conhecimentos fundamentais a qualquer cidadão plenamente preparado, cômico de seus direitos e deveres” (KRASILCHIK, 1992, p. 6).

O texto denominado “A ciência para o século XXI: uma nova visão e uma nova base de ação”, produto da Conferência Mundial sobre a Ciência, oferecido pela Unesco - retrata a preocupação daquele organismo em relação à ciência e tecnologia para a sociedade do novo milênio. Segundo a Unesco (2003), tal debate é urgente, porque mesmo considerando a importância das descobertas de grande porte para o desenvolvimento da humanidade, é necessário enfatizar que a aplicação da ciência e da tecnologia podem trazer danos ao meio ambiente, provocando consideráveis desequilíbrios sociais.

O texto registra que as ciências sociais e humanas desempenham um papel importante na relação da ciência e o seu impacto

na sociedade, “[...] particularmente no que tange às consequências globais das transformações científico-tecnológicas e seus vínculos com as questões ambientais, éticas e de desenvolvimento” (UNESCO, 2003, p. 17). Assim, além de frisar que tal interação não deve ocorrer apenas para apresentar os potenciais e os impactos que a C&T causam à sociedade, o documento também reforça a necessidade de estudar e compreender a relação da ciência e tecnologia com a sociedade. Isso envolve a necessidade de contribuir para a qualidade de vida da população, aumento de nível educacional e cultural, bem como a promoção do cuidado digno ao meio ambiente e aos recursos naturais.

O ensino de Ciências sob a perspectiva da teoria da complexidade: um repensar a Ciência no Século XXI

Desde o final do século XX a ciência assumiu um papel que não se limita mais a situações simplificadas, nos colocando a perspectiva da complexidade de um mundo real que não é mais regido por leis casuais e preditivas. A complexidade do mundo, com suas relações sociais, políticas e econômicas, nos coloca diante da necessidade da ruptura com paradigmas antigos, de maneira a reconhecer os valores como integração da cognição humana, bem como a valorização da responsabilidade como elemento constitutivo na construção do conhecimento científico (FRANCISCO, 2010; PRIGOGINE, 1996).

De acordo com Izquierdo et al. (2004) integrar a ciência escolar ao paradigma da complexidade supõe aceitar a interpretar o ensino e a aprendizagem da ciência escolar sob outra maneira de explicar os fenômenos do mundo. Os autores argumentam que a complexidade favorece o ânimo para realizar mudanças sob novas direções, obriga a planejar novos temas, fatos e modelos científicos que busquem interpretações significativas para ensinar, compreender e inovar o processo de ensino e aprendizagem das

ciências naturais e experimentais. Favorece o trabalho pedagógico escolar sobre os fenômenos como sistemas complexos, com ênfase na necessidade de estabelecer elos com áreas disciplinares diferentes e seus diversos modelos interpretativos. Também prevê a introdução de novas dimensões para a formação do pensamento científico dos estudantes, orientando-os para uma visão complexa com uma linguagem adequada para expressá-lo.

Imaginar a ciência escolar a partir da complexidade nos impõe uma forma radical de agir sobre o meio com um enfoque mais estratégico e ecológico, e que, sobretudo, nos impulsiona a recuperar o papel das emoções como elemento central no processo de construção do conhecimento científico. A ciência escolar se planeja para preparar o cidadão para sentir, pensar, falar e atuar frente aos desafios que surgem em seu cotidiano. Fazer ciência na escola, se constitui assim como uma atividade de ciência de um sistema social complexo cuja finalidade consiste na construção significativa de novas maneiras de pensar, falar, sentir e atuar permitindo explicar e transformar o mundo que os rodeia (IZQUIERDO et al., 2004).

Para que os alunos consigam atingir um conhecimento pertinente, integrador e contextualizado são necessários princípios organizadores que abordem o pensamento complexo. Porém, o que observamos nas práticas voltados ao ensino de ciências desenvolvidas na escolar é algo que se ancora quase exclusivamente na concepção empirista de ciência, cuja base é o ensaio e verificação. Isso mostra, portanto, que se trata de um componente do currículo escolar que é trabalhado de forma fragmentada e descontextualizado do mundo real (MARTINELLI, 2010).

Para Morin (2007), a inteligência que só separa reduz o mundo complexo a fragmentos, separa os problemas e unidimensionaliza o multidimensional. O autor denomina esse fenômeno de inteligência míope, que, muitas vezes, torna-se cega por destruir a capacidade de compreensão e reflexão sobre determinado

fenômeno. A inteligência torna-se inconsciente e irresponsável, sem possibilidades de encarar o contexto e o complexo planetário. O autor enfatiza a separação entre a cultura humanista e científica que se encontra separada entre as disciplinas. A ausência de comunicação entre essas duas culturas resulta em graves consequências. A reflexão sobre os problemas humanos fica separada da reflexão sobre o destino humano e o futuro da própria ciência.

De acordo com Morin (2007) o desenvolvimento social, científico e técnico do século XX fez com que enfrentássemos desafios sobre a complexidade. A formação escolar e universitária separou as disciplinas umas das outras e individualizou o objeto do seu contexto. Com essa fragmentação do conhecimento tornou-se difícil captar a complexidade, aquilo que está tecido em conjunto. As escolas reduzem o complexo ao simples, separa o que está junto, unifica o que é múltiplo, elimina “[...] tudo aquilo que traz contradições e desordem ao nosso entendimento” (MORIN, 2007, p. 18).

O pensamento complexo se encontra numa constante construção a partir da interação permanente com aquilo que está em seu entorno. Ele aparece como uma forma articuladora de organizar o próprio pensamento, elaborar respostas para as perguntas e soluções para os desafios que surgem dentro do contexto. É um pensamento que envolve a criatividade como um diálogo entre a imaginação e a racionalidade, que faz dialogar o todo com as partes e compreende os antagônicos como complementares sem que ocorra uma visão reducionista (BONIL; JUNYENT; PUJOL, 2009).

De acordo com Martinelli (2010), o pensamento complexo é movido pela incerteza e incompletude, que contribui para um modo de pensar livre, nas aptidões gerais e competências dos estudantes. Além disso, o autor considera que o pensamento complexo é uma alternativa para integrar as diversas áreas dos saberes e mostrar que o conhecimento está relacionado ao ambiente cultural, social, político e econômico, a fim de contribuir para a

formação de cidadãos mais críticos e ativos, que consigam resolver os problemas que surgem no dia a dia.

Em relação ao ensino de ciências, no atual momento da vida humana, Nascimento, Fernandes e Mendonça (2010) defende a necessidade dos estudantes e toda a sociedade perceber que o conhecimento científico é dinâmico, marcado por mudanças e atualizações, e sobretudo, reconhecer que ele está atrelado às questões sociais, éticas, políticas, econômicas e educativas. Mesmo que ainda persista, em alguns casos, o distanciamento entre as propostas para o ensino de ciências e a realidade, o autor considera que é necessário romper paradigmas marcados pela presença da concepção positivista, aquele que se baseia no acúmulo de informações. As lacunas existentes nas formações científica e pedagógica dos professores, bem como as condições de trabalho e as políticas educacionais que ainda permeiam o cenário educacional e são contrárias a formação crítica dos cidadãos devem ser questionadas e revistas.

Tenreiro-Vieira (2004, apud WALDHELM, 2007) destaca que nos dias atuais, em todo o mundo, as principais propostas para o ensino de ciências abordam a importância e a necessidade de contribuir para o pensamento crítico dos alunos. O autor menciona o exemplo dos Estados Unidos da América, onde a obrigação de incentivar os alunos a pensar é reforçada nos documentos referentes ao ensino de ciências. Outro exemplo refere-se à educação em Portugal, país no qual os currículos de ciências enfatizam a necessidade de promover a alfabetização científica. Sobre isso o autor enfatiza que uma sociedade com capacidade de compreender, discutir e participar de debates científicos contribui para a relação da ciência com a totalidade da vida humana e natural. Desse modo, o ensino de ciências com base na perspectiva da complexidade, deve propiciar a aquisição de informações, desenvolvendo a capacidade do pensamento crítico nos alunos de maneira a permitir a participação na sociedade democrática,

onde as decisões pessoais e políticas estejam atreladas à ciência e tecnologia.

A educação em ciências a partir da relação entre teoria e prática evidencia a importância dessa área para a construção da cidadania e para a resolução dos problemas nos dias atuais. Com essa perspectiva, a teoria da complexidade pode ser percebida como uma alternativa metodológica considerando a necessidade de uma educação que visa o entendimento do mundo complexo e integral. Izquierdo et al. (2004) argumentam que ter uma concepção de complexidade na atividade científica escolar supõe situar os fenômenos do objeto de conhecimento em uma visão dinâmica que converge simultaneamente com as diversas causas e efeitos subjacentes a ele.

Sanmartí (2002) explica que a ciência da complexidade insere-se no ensino de ciências a partir da educação ambiental, tendo em vista que os estudos sobre as problemáticas ambientais exigem uma aproximação com as ciências da complexidade, uma vez que não pode ser avaliada com poucas variáveis e nem por situações consideradas como deterministas e ideais. Além disso, temas como mudanças climáticas, problema da água, resíduos sólidos, não podem ser estudados sob a perspectiva da ciência clássica, pois envolvem uma complexa rede de relações humanas e naturais. Para o autor, inserir o pensamento complexo no ensino das ciências, implica mudanças importantes nos currículos escolares, como também na concepção sobre a própria ciência.

Ao citar a educação ambiental como exemplo de um tema que pode ser trabalhado com base no pensamento complexo, consideramos que a interação entre essas duas abordagens incorpora o interesse pelos aspectos dinâmicos e relaciona os fenômenos com uma das grandes ideias para enxergar o mundo da ciência atual. É fundamental enxergar os fenômenos como sistemas abertos, que estabelecem uma variedade de interações que refletem em diversos processos simultâneos, com diferentes escalas. Dessa forma,

podemos entender que o pensamento complexo dirige o foco da atenção para novas direções, pois obriga a planejar novos modelos de pensamentos e faz com que os processos de ensino e aprendizagem sejam reinterpretados, na busca de uma nova forma de se aproximar, explicar e atuar sobre os fenômenos do mundo. Isso possibilita estimular aos estudantes a fazer perguntas sobre os fatos apresentados, compreender os processos, planejar ações e criar hipóteses de respostas (BONIL; JUNYENT; PUJOL, 2009).

O pensamento complexo favorece uma nova interpretação do mundo humano e natural que envolve desafios contemporâneos e incentiva a reflexão sobre a forma de ensinar ciências. Trata-se de um olhar voltado para os desafios do mundo complexo, interativo, com finalidades, valores e linguagem direcionados para a ciência escolar. Tendo em vista que ele almeja o conhecimento multidimensional, consideramos que se constitui em uma forma de religação dos saberes, que consiste na tentativa de entender a complexa dinâmica mundial que questiona paradigmas estimula a reconstrução do conhecimento, superando a visão fragmentada e reducionista do universo. Isso tem o potencial de ocorrer se apostarmos na proposta de um ensino de ciências que seja autônomo e reflexivo.

Referências

BEHRENS, M. A. A prática pedagógica e o desafio do paradigma emergente. Revista **Brasileira de Estudos Pedagógicos**. Brasília, v. 80, n. 196, p. 383-403, set./dez. 1999. Disponível em: <http://www.intaead.com.br/webinterativo/didatica/arq/09.A%20pr%E1tica%20pedag%F3gica.pdf>. Acesso em 02 Ago.2017.

SANTOS, B. S. Um discurso sobre as ciências na transição para uma ciência pós-moderna. **Estud. av. São Paulo**, v. 2, n. 2, mai./ago **1988**. Acesso em <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40141988000200007>. Acesso em: 03 Aug. 2017.

BONIL, J; JUNYENT, M; PUJOL, R. M. Educación para la sostenibilidad desde la perspectiva de la complejidad. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**. Cadíz, v. 7, nº extraordinario. p. 198-215. 2010. Disponível em: <http://www.redalyc.org/html/920/92013009005/>. Acesso em 19 set. 2017.

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais / Secretaria de Educação Fundamental**. – Brasília: MEC/SEF, 1998.

BUENO, G.M. G. B.; FARIAS, S. A.; FERREIRA, L. H. Concepções de ensino de ciências no início do século XX: o olhar do educador alemão Georg Kerschensteiner. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 2, p. 435-450, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v18n2/a13v18n2.pdf>. Acesso em 16 Fev. 2017.

CAPRA, F. **A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. São Paulo: Editora Cultrix, 1996.

FRANCISCO, T. G. El nuevo paradigma de la complejidad y la educación: una mirada histórica. **Revista Latino-americana Polis**. Santiago, v. 25, 2010. Disponível em: <https://polis.revues.org/400>. Acesso em 16 set 2017.

FRANCO, C. P. **Autonomia na aprendizagem de inglês: um estudo de caso com nativos digitais sob as lentes do caos e da complexidade**. 2013. 201 p. Tese (Linguística Aplicada) - Faculdade de Letras da Universidade Federal de Minas Gerais, [S. l.], 2013.

IZQUIERDO et al. Ciencia escolar y complejidad. **Investigación em la escuela**. Sevilla, n. 53, p. 21-29, 2004.

KRASILCHIK, M. Ensino de ciências e a formação do cidadão. **Em aberto**. Brasília, v. 7, n 40. p. 55-60. 1988. Disponível em: <http://emaberto.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/view/1723/1694>. Acesso em 16 jan. 2017.

KRASILCHIK. Caminhos do Ensino de Ciências no Brasil. **Em Aberto**. Brasília, v. 11, n. 55, jul./set. 1992. Disponível em: <http://livros01.livrosgratis.com.br/me000628.pdf>. Acesso em: 16 Jan. 2017.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

MARIOTTI, H. **Reduccionismo, “holismo” e pensamentos sistêmico e complexo (suas consequências na vida cotidiana)**. Outubro, 2000. Disponível em: <https://www.teoriadacomplexidade.com.br/wp-content/uploads/2017/03/ReduccionismoHolismoPansamentoSistêmico-e-Complexo.pdf>. Acesso em 10 ago. 2017.

MARTINELLI, R. O. **Pensamento complexo**: representações de professores de ciências e matemática. 2010. 152 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: < <http://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/3025/1/000423607-Texto%2bCompleto-0.pdf> >. Acesso em: 16 set. 2017.

MORIN, E. **Introducción al pensamiento complejo**. 3. ed. Barcelona: Gedisa, 1997.

MORIN, E. **Ciência com consciência**. 8 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 350p.

MORIN, E. **Educação e complexidade**: os sete saberes e outros ensaios. 4 ed. São Paulo: Cortez, 2007.

NARDI, R. **A área de ensino de Ciências no Brasil**: fatores que determinaram sua constituição e suas características segundo pesquisadores brasileiros. 2005. 166 f. Tese (Livre-docência). Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2005. Disponível em: <http://www2.fc.unesp.br/gpec/documentos-pdf/Teses/TeseLDNardi.pdf>. Acesso em 14 mar. 2017.

NASCIMENTO, F.; FERNANDES, H.L.; MENDONÇA, V. M. O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, n.39, p. 225-249, set.2010. Disponível em: < http://www.histedbr.fe.unicamp.br/revista/edicoes/39/art14_39.pdf>. Acesso em: 15 set. 2016.

PRIGOGINE, I. **O fim das certezas**: tempo, caos e as leis da natureza. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1996.

SANMARTÍ, N. Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria. Espanha: Editorial Síntesis, 2002.

SILVEIRA, F. L. A filosofia da ciência e o ensino de ciências. **Em Aberto**. Brasília, v. 11, n. 55, jul./set. 1992. Disponível em: <http://livros01.livrosgratis.com.br/me000628.pdf>. Acesso em 25 jan. 2017.

TEIXEIRA, P. M. M. **Ensino de biologia e cidadania**: o técnico e o político na formação docente. 2000. 316 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, 2000. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/90979>. Acesso em 14 abr. 2017

UNESCO. **A ciência para o século XXI**: uma nova visão e uma base de ação. Brasília: ABIPTI, 2003, p. 72. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/ue000207.pdf>. Acesso em 20 mar. 2017.

WALDHELM, M. C. V. **Como aprendeu ciências na educação básica quem hoje produz ciência?** O papel dos professores de ciências na trajetória acadêmica e profissional de pesquisadores da área de Ciências Naturais. 2007. 244 f. Tese (Doutorado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=125319. Acesso em 10 mar. 2017.

8



PRODUÇÃO ARTESANAL DE QUEIJO DE COALHO: O QUE QUÍMICA E MATEMÁTICA TÊM A VER COM ISSO?

José Joelson Pimentel de Almeida
Maria Elidiana Onofre Costa Lira
Antonio Diones de Brito
Francisco Ferreira Dantas Filho

Introdução

Para escrever esse capítulo nos debruçamos sobre o universo campesino e suas ricas diversidades socioculturais, fruto de um trabalho histórico, político, econômico e organizacional e que também se preza sobre uma vasta diversidade de saberes, de estilos, técnicas e artes cuja atividade é denominada de produção artesanal do queijo de coalho. Para isto, partimos de duas investigações, já concluídas, em que estivemos lado a lado com a produção artesanal de queijo de coalho, analisando-a a partir de nossos universos de conhecimento acadêmico, em um reconhecimento dos saberes populares como preponderantes nestes fazeres. Dois trabalhos desenvolvidos, aqui unidos em um único

artigo, pois de mesma temática, com abordagens diferentes em seus níveis e conhecimentos de partida (um de Química, outro da Matemática), com perspectivas semelhantes, pois acometidos por um engajamento e reconhecimento dos saberes populares em uma aproximação à Etnociência.

Trata-se de investigações cooperativas empreendidas em dois grupos de pesquisa, o *Grupo de Pesquisa de Metodologias para o Ensino de Química* (GPMEQ) e o *Leitura e Escrita em Educação Matemática* (LEEMAT). Ambos os grupos, com funcionamento no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual da Paraíba (PPGECM-UEPB), com participação de pesquisadores de instituições das várias regiões do Brasil, têm, em seu cerne, a preocupação com o ensino, a aprendizagem, a formação de professores, e com a troca de saberes entre as instituições formais de educação e setores da sociedade.

O primeiro é uma investigação em nível de mestrado, desenvolvida por Batista (2019), *Produção artesanal de queijo de coalho: uma temática sociocientífica para o ensino de Química no ensino fundamental*, no âmbito do PPGECM-UEPB. Nele, o objetivo estava voltado para diagnosticar demandas referentes ao ensino de Química, a partir das quais seriam planejadas e aplicadas atividades pedagógicas que incorporassem situações com enfoque na abordagem problematizadora de temas relacionados ao cotidiano dos estudantes. Nesta abordagem, entende-se que os conteúdos necessitam serem vistos de forma reflexiva, despertando no estudante o espírito crítico, a curiosidade e o desenvolvimento cognitivo no ensino de Química. Nessa perspectiva, a introdução de questões sociocientíficas no ensino de Química foi feita a partir da abordagem de um tema gerador relativo à produção de queijo, o que ocorre na comunidade onde foi desenvolvida a pesquisa. Em uma das etapas da pesquisa, houve um acompanhamento da produção de queijo de coalho, com cuidados etnográficos referentes à coleta de dados.

A segunda pesquisa, base para a escrita deste capítulo, desenvolvida por Brito (2020), *Um estudo etnomatemático: reflexão sobre a prática da produção artesanal do queijo de coalho*, foi desenvolvida em nível de graduação, como trabalho de conclusão de curso de Licenciatura em Matemática da UEPB. Seu objetivo se constituiu em investigar práticas matemáticas desenvolvidas e utilizadas por três produtores camponeses do município de Gado Bravo – PB na produção do referido queijo, procurando conhecer e compreender como os praticantes dessa cultura usam conhecimentos matemáticos, ainda que possuam pouca escolaridade, e refletir sobre a importância desse conhecimento para valorização dos saberes e das vivências no cotidiano desses profissionais. Ademais, verificar a existência de elementos que possibilitem construir representações e problematizações matemáticas. A inclusão da apresentação e análise desse trabalho na escrita deste capítulo, reunindo a uma pesquisa em nível de mestrado, se justifica pelas semelhanças na temática e porque, tanto um quanto outro, mencionam a necessidade de um tratamento transdisciplinar nas abordagens, inclusive com a primeira sendo referencial para a segunda pesquisa. Nesta construção, ainda como justificativa de sua pertinência, observa-se a Etnomatemática como pano de fundo para as duas pesquisas. Elas estão apresentadas nas seguintes duas sessões deste capítulo, sendo, posteriormente, discutida uma possível articulação delas, entre si, e com o ensino de Química e de Matemática.

Reflexões sobre a produção artesanal do queijo a partir da Química

Utilizando o tema gerador *produção artesanal do queijo de coalho*, em Batista (2019) buscamos diagnosticar em quais conteúdos do ensino de Química os alunos do 9º ano do Ensino Fundamental sentem dificuldades de aprendizagem e, a partir disso, planejar e aplicar atividades pedagógicas que incorporassem questões

sociocientíficas com enfoque na abordagem problematizadora de temas relacionados ao cotidiano dos estudantes. Nesta abordagem, elegemos os conceitos elementares da matéria (misturas e seus fracionamentos) como pontos fundamentais para o estudo. Este conteúdo é caracterizado pela literatura da área como sendo um assunto desafiador nos processos de ensino e de aprendizagem (POZO; CRESPO, 2009).

Uma pesquisa social demanda do pesquisador uma postura ética e um engajamento que são fundamentais para a descrição dos fatos e acompanhamento dos participantes, considerando que estes têm seus valores e crenças pessoais que podem influenciar o fenômeno estudado. Segundo Gil (2012, p.24), “nas ciências, o pesquisador é mais do que um observador objetivo: é um ator envolvido no fenômeno”.

Desta forma, é necessário que se escolha um método de investigação em que o pesquisador decide o caminho a ser trilhado, mas, sobretudo, respeitando-se as práticas sociais vigentes entre os participantes.

Em Batista (2019), o método da pesquisa participante foi selecionado por ser uma pesquisa na qual os próprios sujeitos a ela relacionados também estão envolvidos na construção do conhecimento e na busca de soluções para os seus problemas. Nesse método, o participante não é apenas algo a ser estudado, ele é, de fato, um *participante* ativo em todo o processo. Da mesma forma, conforme Valle (1988), altera-se também a perspectiva do papel do pesquisador: este deixa de ser o dono da verdade, manipulando os sujeitos e ditando os objetivos.

Brandão (1986) nos ajuda a compreender melhor essa forma de enxergar os partícipes e os fazeres em uma pesquisa desta natureza. Para ele, um dos principais pressupostos é que todos os envolvidos, pesquisadores e pesquisados, atuam em um trabalho comum, ainda que possuam tarefas diferentes. Desta forma, o objeto de estudo é a realidade a ser desvelada com a pesquisa.

Assim, em Batista (2019), utilizando pressupostos de Oliveira (2002), foi desenvolvida uma pesquisa qualitativa que pode descrever a complexidade de uma determinada hipótese ou problema, buscando analisar a interação de algumas variáveis, além de compreender e classificar processos dinâmicos experimentais por grupos sociais, buscando apresentar contribuições no processo de mudanças, criação ou formação de opiniões de um determinado grupo, permitindo interpretar particularidades nos comportamentos ou atitudes dos indivíduos.

Uma das justificativas para a escolha do tema gerador, além de ser uma atividade que faz parte do cotidiano de muitos alunos, é que o Município de Soledade-PB, onde foi desenvolvida essa pesquisa, destaca-se na região do cariri paraibano por produzir esse tipo de queijo. Também deve-se somar a isto o fato desta temática ser adequada à exploração de conceitos fundamentais de Química como propriedades da matéria (densidade, solubilidade, ponto de fusão e ponto de ebulição), misturas e suas classificações, além de separação de misturas.

Reflexões sobre a produção artesanal do queijo a partir da Matemática

Nossa ideia de desenvolver um trabalho investigativo qualitativo embasado nos aspectos de teor científico se deu em razão da possível existência de um grupo sociocultural que se faz de modelos ou sistemas de pensamentos matemáticos alternativos e que vem se revelando nas mais variadas situações-problema pelo qual é acometido. Nestes aspectos, procuramos conhecer e compreender como funciona a sua forma de pensamento e as possíveis técnicas adotadas no uso das desproblematizações de sua atividade cotidiana.

Como dissemos na Introdução, abordamos um estudo investigativo das práticas etnomatemáticas acerca do trabalho

no campo, a fim de conhecer os saberes relacionados à matemática que têm solucionado problemas e saciado as necessidades diárias nesse espaço, mais precisamente, na zona rural do município de Gado Bravo-PB, com a produção artesanal do queijo de coalho.

No que se refere ao âmbito da produção rural, Pereira (2015) salienta que o uso das tecnologias no setor rural tem favorecido em larga escala os médios e grandes latifúndios, atualmente conhecido pelo agronegócio, fato que dilata a desigualdade em relação aos produtores de subsistência familiar. No entanto, segundo o autor, as lutas daqueles que tratam a terra em busca unicamente de sua subsistência, pelo reconhecimento e valorização de seu lugar social, permanecem vivas, face à forte opressão da massa social. Desta forma,

Cabe à escola camponesa formar seres com visão histórica, capazes de fazer o resgate histórico permanente dos lutadores do povo; capazes de transformar a memória em projeto para o futuro; [...]. Assim, todos os fatos passados, presentes e futuros tomam novos sentidos” (PEREIRA, 2015, p. 36).

De acordo com D’Ambrosio (1993; 2009; 2018), o princípio de ensinar consiste em conhecer os saberes de especificidades sociais produzidos e dispersados por suas atividades diárias, pois são instrumentos de estratégias etnomatemáticas que,

Essencialmente, implica uma análise de como grupos de seres humanos geraram formas, estilos, artes e técnicas de fazer e de saber, de aprender e explicar, como lidam com situações e resolvem os problemas do seu cotidiano, do seu ambiente natural e sociocultural (D’AMBROSIO, 2018, p. 191).

Assim, nossa busca pelos saberes camponeses se caracteriza como uma busca pelas etnomatemáticas praticadas e desenvolvidas em suas bases socioculturais.

Neste sentido, a Etnomatemática busca por elementos possibilitadores expressos nas diversas manifestações sociais, focalizando nos “modos de observar, comparar, organizar, classificar, medir, quantificar, contar e inferir” (D’AMBROSIO, 2018, p. 1989), e que advém das diferentes representações sociais, ou seja, das artes, religiões, das atividades profissionais, dos grupos culturais, seus modos de vidas, habilidades, modelos, estilos, as formas de agir, pensar, comunicar, de tudo que perfila o cotidiano social e que estão imersos pelas informalidades (D’AMBROSIO, 1993; 2009; 2018).

Para D’Ambrosio (2009), as práticas etnomatemáticas desenvolvidas, transmitidas e acumuladas por seus usuários durante gerações, são as bases responsáveis pela construção ou formulação do pensamento sistematizado e de técnicas não convencionais, ou seja, distintas do modelo matemático acadêmico.

Do queijo de coalho à Matemática e à Química: uma articulação possível

As pesquisas que apresentamos tendem a contemplar um conjunto de elementos que pode margear as práticas educativas face ao ensino de Matemática e de Química e contribuir com o trabalho pedagógico para suas especificidades.

Nesse sentido, tanto em um caso quanto em outro, a escolha da temática com base na produção artesanal do queijo de coalho pensada em situações geradoras do trabalho pedagógico e em questões políticas, econômicas, ambientais e culturais de um grupo social, constitui o que podemos chamar de *tema gerador*. Tal qual Freire (1987), concebemos o tema gerador não como uma criação arbitrária, não sendo, ainda, algo como uma hipótese de trabalho que deva ser comprovada.

A interconexão percebida, provocada ou mediada pela ação docente em outras unidades temáticas, possibilita a ruptura com linhas demarcadas pelo raciocínio inerte e fechado, assim como estende a percepção da realidade escolar, expandindo-a ao mundo ao seu redor. Adquirindo, assim, habilidade para se desprender das delimitações cognitivas do pensamento e da postura não crítica, bem como do inconsciente, cujo avesso, contribui para o desenvolvimento de um consciente adimensional, aberto e ramificado que perfura as fronteiras e se imerge sob o complexo universo temático regente.

A produção artesanal do queijo de coalho é uma herança cultural pertinente a uma especificidade social de produtores rurais, que a tem como modo de subsistência familiar e que, na maioria das vezes, é a maior fonte de renda da família. Esse produto, por sua vez, admite uma série de processos e técnicas enraizadas sobre a forma de conhecimento nas suas bases culturais, o que vai desde o princípio de sua produção até alcançar o seu estágio final, quando, finalmente, segue para comércio e retorna em forma de moeda (dinheiro) às famílias produtoras. Dessa forma, é possível se pensar que esse conhecimento construído, enraizado ou cristalizado a esse grupo social, pode instrumentalizar o trabalho pedagógico no decorrer de processos de ensino e de aprendizagem da Matemática e da Química, bem como pode envolver outros domínios temáticos.

Partindo de princípios enfatizados por D'Ambrosio (1993; 2009; 2018), cada realidade produz e reproduz pensamentos e comportamentos diferentes, do mesmo modo, apresenta maneiras diferentes de constituir e reproduzir o conhecimento. Porém, importá-lo para dentro de um ambiente de produção de conhecimento não se consegue a curtos esforços, mas isto se constitui como tarefa para a escola e seus agentes de ensino.

Também sobre produção de queijo de coalho, Paquereau, Machado e Carvalho (2016, p. 60) destacam uma situação

imbuída de aspectos característicos da Matemática quando relatam que “para cada quilo de queijo fabricado precisa-se de dez (10) litros de leite em média”. Estes conceitos, certamente, constituem-se bem sabidos pelos praticantes dessa cultura, sem ou com pouca instrução científica, em sua simples prática cotidiana. Assim, compreendemos que a potencialidade do queijo de coalho se comporta sob uma perspectiva temática geradora e sobrecarregada de representações matemáticas (e científicas) significativas e contextualizadas que podem contribuir efetivamente para os processos de ensino e de aprendizagem, além do desenvolvimento de capacidades sociais dos produtores, valorizando seu território com suas ações políticas, econômicas e culturais.

Sob o viés de qualquer disciplina, proporcionar a aproximação e a troca de conhecimentos entre os estudantes, os professores e sua comunidade é essencial. O processo de produção de queijo artesanal expressa saberes ligados aos conceitos fundamentais da matéria, entre eles: mistura e suas classificações, reações químicas (coalho + leite), entre outros conteúdos, mostrando que, mesmo sem o conhecimento científico, é possível construir saberes que servem de material teórico-científico, reaproximando o ensino da Química das práticas do cotidiano. Muitos são os conteúdos que podem ser estudados a partir do saber popular do fabrico do queijo, por exemplo, temas relacionados a conceitos fundamentais, como acidez, basicidade, pH, entre outros (PRIGOL, 2008).

Nesse sentido, propõe-se um novo caminho de desenvolvimento curricular no ensino de Química, que envolva a participação da comunidade, por meio de temas que demonstrem os interesses dos alunos, a partir dos quais os conteúdos podem ser selecionados, promovendo uma contextualização que contemple vivências dos alunos.

Apresentação e análise de um recorte de dados coletados

Para coleta de dados, nas duas pesquisas, nos valem do poder de observação e de alguns relatos feitos pelos produtores de queijo de coalho artesanal. Os instrumentos de coleta foram gravadores de áudios e câmeras fotográficas, além de várias anotações que decorreram de observações realizadas durante os encontros com os participantes. As coletas foram realizadas nas zonas rurais dos municípios paraibanos de Gado Bravo-PB (BRITO, 2020) e Soledade (BATISTA, 2019).

O *Produtor A*, da pesquisa de Brito (2020), tem 44 anos de idade, é casado, não tem filhos e estudou apenas até a quarta série do primário, o que corresponderia ao atual 5º ano do Ensino Fundamental, aprendendo apenas a usar as quatro operações básicas da Matemática. Segundo ele, desde criança, ajudava seus familiares a produzir o queijo de coalho e que o vínculo com o produto se deu em virtude disso.

Considerando os princípios etnomatemáticos, nossa primeira análise se configurava em como se constituiu o espaço cultural pesquisado. Assim, ao indagarmos sobre como aprendeu a produzir o queijo de coalho artesanal, o Produtor A relatou: “eu aprendi com meus familiares, com meus avós, com meus pais, tios. A nossa região aqui, é uma região que quase todo mundo produz queijo de coalho e queijo manteiga”. Nestes aspectos, a cultura do queijo nessa região constitui-se, grosso modo, em um objeto cultural desenvolvido por práticas hereditárias, consagrada pela sistematização convencional das atividades exercidas por um grupo social específico.

No decorrer da pesquisa de Brito (2020) conseguimos perceber que os produtores do queijo se fazem e se sustentam numa série de instrumentos e conceitos já bem definidos pelo modelo matemático formal, como por exemplo, as unidades de medidas de capacidade, em litros (l) e mililitros (ml), e as de tempo, em

horas (h) e minutos (min). Todos estes modelos são decodificados pela informalidade e não-cientificidade, assumindo um modelo que atenda às necessidades desses produtores.

Em uma situação-problema que se manifesta diariamente no dia a dia dos produtores de queijo de coalho é possível observar quando um deles estima o volume do coagulante (coalho) em mililitros para quantidade de leite, em litros. Assim, para coagular 43,5 litros de leite produzidos, “eu coloco uma tampa cheia e a metade de outra, e no fim eu coloco mais um pouquinho que seria mais ou menos metade da metade de uma tampa (PRODUTOR A).

A unidade de medida utilizada por ele é a tampa do recipiente do coagulante e, pelo que traz sua bula, a tampa sem lacre corresponde a uma medida de 5 mililitros (ml). Então, para fixarmos no seu raciocínio, pedimos para nos mostrar como ele faria para representar a medida metade da metade, o que matematicamente falando, esse valor corresponderia a um quarto da tampa cheia que nos mostrou. Logo que pensou, ele falou:

Geralmente eu faço só uma base quando precisa. Nesse caso, eu coloco até mais ou menos na metade, que seria pra 12 litros e meio, somado com os 25 da primeira tampa cheia, dá trinta sete e meio, falta só pra seis, então eu posso despejar mais ou menos a metade de volta no frasco e pronto, assim tá resolvido” (PRODUTOR A).

É possível observar também que, em sua prática, esse produtor aplica normalmente conhecimentos que são definidos pelos instrumentos da razão e da proporcionalidade matemática, mesmo sem conhecer essa formalidade presente no campo de estudo da citada disciplina, pois o mesmo já havia nos declarado que, da matemática acadêmica, conhecia apenas as quatro operações básicas.

Percebemos ainda que esse produtor realizou rapidamente vários cálculos matemáticos mentais e, *sem riscar uma folha de papel*, solucionou problemas como esses e tantos outros que surgem constantemente em seu dia a dia. Seus procedimentos e estratégias de cálculo e abordagem do problema pouco têm a ver com aqueles que utilizamos na matemática acadêmica. Desse modo, esse produtor pratica algo que somente podemos identificar por vias da etnomatemática, verificando que ele usufrui de um modelo matemático alternativo, desenvolvido pelas necessidades práticas impostas, por sua cultura.

Todavia, os procedimentos e estratégias pessoais (culturais) de abordagem dos problemas relacionados a essa produção artesanal envolvem muitos outros conceitos que conhecemos no meio acadêmico, tais como números racionais, em suas formas de fração e decimal, razão e proporção, porcentagem, medidas de capacidade etc. Isto do ponto de vista da Matemática.

É fácil perceber a relação dos tratamentos etnomatemáticos que perfazem a atividade produtora do queijo de coalho, ou seja, nesse modelo assistemático que determina a quantidade de coagulante, o qual facilmente se sistematiza nas práticas vigentes na escola. Nestas condições, D'Ambrosio (2009) argumenta que para se organizar o processo de ensino e promover uma aprendizagem com maior destreza, podem-se levar em consideração as etnomatemáticas como base para chegar ao conhecimento escolar. Portanto, aceitar as etnomatemáticas é usufruir do conhecimento matemático de maneira natural e espontânea.

Em uma outra situação, também com o Produtor A, foi possível observar que a utilidade matemática trazida em um determinado contexto dos produtores, incide diretamente nos investimentos feitos para produzir o queijo e no montante conseguido após a sua comercialização. Isso é facilmente observado no trecho a seguir, quando o produtor descreve os momentos que acredita usufruir do conhecimento matemático:

Sim, deve se levar em conta, *o que nós conseguimos produzir e o que se gasta pra se produzir*, pra chegar a produção final, tem que levar em conta a ração do gado leiteiro, a ração energética, a volumosa. A gente tem que investir em melhorias, as vezes até água a gente precisa comprar, isso [suspiro] tem gastos para o produtor e a gente tem que comparar com o que nós conseguimos produzir e *saber se tá dando algum lucro ou prejuízo, isso é matemática*. Tem que se levar conta o preço de coalho, de sal tudo isso a gente precisa comprar pra chegar ao produto final, ou seja, o queijo. (PRODUTOR A. Grifos nossos).

Os elementos, *lucros e prejuízos*, trazidos pelo produtor são fortemente abordados pela matemática financeira. Pelas palavras trazidas por ele, é evidente que o uso de conhecimento matemático se faz pertinente em seu cotidiano, auxiliando-o na resolução de problemas advindos de sua atividade social e da comunicação com o seu meio.

Para D'Ambrosio (1993; 2009; 2018), essa dinamicidade comunicativa imbuída pela prática exercida no campo de produção cultural são sobrecarregadas de significados e simbologias compreendidas como um conjunto de instrumentos não formais ou convencionados, são, portanto, etnomatemáticas desenvolvidas e processadas durante a desconstrução de problematizações concretas, ou seja, advindas de situações realmente reais.

No que diz respeito aos princípios químicos, vamos analisar a linguagem da comunidade Abaixo temos o relato da produtora B para as etapas básicas da produção artesanal do queijo de coalho:

Aguardo o leite chegar, geralmente em garrafas de refrigerante que meu marido trás, passo o leite por uma peneira fina para coar,

ai depois adicione o coalho, mexa e tampe o caldeirão pra mistura descansar, após esperar uns 30 ou 40 minutos corte a coalhada com uma colher de pau e aguarde aproximadamente 20 minutos para o soro soltar da massa, a massa irá assentar e o soro irá subir. Retire o soro que subiu e escorra a massa (coalhada) em uma peneira ou pano limpo, misture bem e coloque a massa nas formas, que chamamos aqui de chincho agora é só espremer até ficar firme e retirar o excesso de soro, quando terminar coloque sal sobre o queijo por todos os lados, cubra com um pano limpo e ponha o queijo pra tomar gosto até o outro dia, onde já podemos consumir. Deixo o queijo um pouco inclinado para que algum soro restante desça com a adição do sal. (PRODUTORA B)

A produtora B respondeu que, com o passar dos anos, teve mudança no processo e esclareceu que o que mudou foi a substância coagulante; isso por ser um dos mais velhos e não tinha acesso ao coalho industrializado. Cita:

Antigamente quando eu era criança, no lugar do coalho comprado nos supermercados a gente usava o coalho tirado do bucho do gado [...] lavava o bucho passava sal e punha no sol. Depois colocava de molho na água e usava essa água no leite... hoje já não precisa mais, porque já tem o coalho pra vender, ficou mais fácil. (PRODUTORA B)

A seguir, na figura 1 (imagens A, B, C e D), apresentamos algumas imagens que mostram algumas das etapas da produção artesanal de queijo de coalho.



Figura 1 - Etapas da produção artesanal de queijo de coalho
Fonte: Batista (2019, p. 45).

Dessa forma, podemos perceber a partir das explicações da produtora de queijo, que mesmo sem conhecer a Química acadêmica, isso não impediu de aprender a manipular substâncias retiradas do meio ambiente em favor de seu ofício, desenvolvendo habilidades e técnicas para produzir o queijo.

Portanto, a cultura de produção do queijo de coalho pesquisada elenca requisitos possíveis e necessários que podem contribuir com os processos de ensino e de aprendizagem da Química, da Matemática e de outras disciplinas.

O recipiente em que é acomodada a massa do leite para se obter a forma final do queijo, conforme a depoente, é conhecido por *chincho*. A técnica de construção e aperfeiçoamento do chincho pode representar uma forma de pensamento matemático desenvolvido a muitos anos pelos detentores da cultura do

queijo de coalho. O formato retangular e a profundidade desse recipiente, entre outras especificidades, por exemplo, podem ser determinados matematicamente.

No chincho da Imagem 1 observamos que houve uma compressão do seu espaço volumétrico total, provavelmente pelo emprego intencional de dois volumes em duas de suas extremidades. Esse processo, possivelmente se deu pela capacidade perceptiva da produtora de que a quantidade de massa disponível para confeccionar seu produto não fosse suficiente para preencher todo recipiente.

Como propõe D'Ambrosio (2018, p. 192), as práticas etnomatemáticas podem refletir “sobre impactos de novos desenvolvimentos científicos e tecnológicos no conhecimento matemático estabelecido no mundo acadêmico”.

Da mesma forma, a partir das explicações muito bem postas pela Produtora B, mesmo sem conhecimentos da Química acadêmica, percebemos que ela aprendeu e sabe manipular substâncias retiradas do meio ambiente em favor de seu ofício, desenvolvendo habilidades e técnicas para produzir o queijo.

Sabemos que o processo de produção de queijo artesanal expressa saberes ligados aos conceitos fundamentais da matéria, destacando-se mistura e suas classificações, reações químicas (coalho + leite). A partir desta observação é que propomos um novo caminho para estudo desses conceitos e procedimentos, envolvendo a participação da comunidade.

Ensino de conceitos elementares da matéria (misturas e seus fracionamentos)

No caso de Batista (2019), a proposta de intervenção didática, elaborada para ensinar os conceitos científicos pertinente ao conteúdo de conceitos elementares da matéria (misturas e seus fracionamentos) foi baseada nas prescrições atuais dos documentos referenciais curriculares, que consideram o ensino de ciências contextualizado, interdisciplinar. A intervenção ocorreu durante

dez aulas. A ação ocorreu em seis etapas, conforme estão descritas no Quadro 1.

Etapas da aplicação da proposta	Atividades a serem realizadas	Objetivos
1ª etapa (duas aulas total de 45 min/cada). Levantamento das concepções prévias.	Discutir com os alunos a partir de um conjunto de imagens, as substâncias Químicas presentes no nosso cotidiano. Entre elas, encontra-se uma imagem do tema gerador queijo de coalho. Revisar com os alunos conceitos de átomos, moléculas e íons, Misturas e seus fracionamentos.	Investigar concepções prévias dos alunos sobre os conteúdos revisados. Localizar possíveis limitações do conhecimento que vem sendo sinalizados pelos alunos, a partir de imagens e situações do cotidiano, com base em questionamentos.
2º Momento (uma aula totalizando 45 min). Introdução ao conteúdo conceitos elementares da matéria (Misturas e seus fracionamentos)	Neste momento, ocorreu a introdução do conteúdo relacionando com o cotidiano do aluno e concepções prévias anteriormente ditas.	Iniciar o conteúdo de estudo da matéria: Propriedades da Mistura e suas classificações, com ênfase nas concepções prévias dos alunos e relacionar o conteúdo com as suas vivências.
3º Momento (uma aula totalizando 45 min).	Desenvolver o senso de pesquisa sobre materiais alternativos que possibilite a montagem de um laboratório próprio para desenvolver as atividades experimentais da intervenção didática. Oportunizar aos alunos (grupos) o contato com a experimentação e observação de fenômenos químicos.	Nessa fase, pretende-se que ocorra um distanciamento do senso comum dos alunos e assim precisem dos conhecimentos científicos para explicarem os fenômenos químicos. Nesta etapa pretende-se detectar e corrigir erros conceituais dos alunos.
4º Momento (duas aulas com 45 min cada).	Discussão do experimento e sua vinculação com o assunto.	Verificar o entendimento dos estudantes quanto aos fenômenos observados na atividade experimental. Como atividade extraclasse, apresentar aos estudantes alguns instrumentos de laboratório, relacionando o contexto histórico sobre a evolução dos laboratórios através da leitura de um texto em PDF, a partir de um link proposto juntamente com algumas perguntas que serão respondidas e debatidas na próxima aula.

Quadro 1 – Etapas executadas da Proposta de Intervenção Didática para o Conteúdo de conceitos elementares da matéria (Misturas e seus fracionamentos)

Fonte: Batista (2019, p. 47).

Os dados obtidos por Batista (2019) ainda sinalizaram avanços na contextualização do ensino de Química e também um enriquecimento desse ensino para um trabalho interdisciplinar, contribuindo para a produção de significados. Nesse sentido, Teixeira et al. (2017) afirmam que a realização de experimentos proporciona a visualização dos conteúdos, sendo, portanto, uma ferramenta importante no processo de entendimento do conteúdo ensinado durante as intervenções didáticas. Este ainda facilita a compreensão dos modelos que, na sua maioria, são abstratos.

Cardoso (2014) comenta que em toda e qualquer prática de ensino percebe-se um mundo complexo que não pode ser explicado apenas a partir de uma única visão de uma área do conhecimento, mas de uma visão multifacetada. Desse modo, as articulações de práticas de ensino interdisciplinares e contextualizadas contribuem para o desenvolvimento do aluno em todos os componentes curriculares, tornando-o crítico e participativo.

Algumas considerações intermediárias

Apresentamos uma discussão a partir de duas pesquisas. Como qualquer um outro texto, propomos uma discussão que não se encerra aqui, sendo estas as considerações que consideramos intermediárias, pois se situam entre uma leitura final nossa desse capítulo e, esperamos, a contribuição de nossos leitores, ainda que silenciosas, continuando-o e, se possível, dialogando também conosco. De parte de nossos grupos de pesquisas, continuamos empreendendo esforços para levar adiante as discussões, procurando consolidar esses diálogos com as comunidades produtoras de queijo, bem como propondo-as para sala de aula.

Diante dos resultados obtidos é possível perceber que as redes de ensino podem encontrar no universo pesquisado, possibilidades para dimensionar uma diversidade de alternativas didático-pedagógicas, embasadas em conceitos convencionais ao alunado, assim como, ampliar o espaço estratégico do seu grupo

social, através de métodos não-convencionais ou científicos capazes de solucionarem seus problemas.

Nestas condições, acreditamos densamente que o universo cultural do queijo de coalho pode fornecer às escolas que se encontram em sua redondeza, ou que comportam nela os sujeitos de sua cultura, um imenso espaço instrumental para o desenvolvimento de problematizações que possibilitam simplificar o aprendizado, promover o interesse dos estudantes, desmitificando a crença de que a Matemática e a Química são disciplinas para poucos, sobretudo, contribuindo para o fortalecimento e valorização dessa cultura e seus sujeitos.

Percebemos que o uso do tema gerador “produção do queijo de coalho” nas aulas favoreceu o processo de ensino, motivou o interesse pelo estudo da Química e ajudou na compreensão dos saberes científicos, bem como beneficiou a interação e a participação dos alunos. Esses dados ainda sinalizam para avanços na contextualização do ensino de Química e também um enriquecimento desse ensino para um trabalho interdisciplinar, contribuindo para uma apropriação de significados. Percebeu-se também que a utilização de temáticas nas aulas de Química, como a produção artesanal do queijo de coalho, pode contribuir para uma melhoria no aprendizado dos conteúdos referentes a conceitos elementares da matéria (misturas e seus fracionamentos), despertando no aluno o gosto por temas sociocientíficos, aproximando-o dos saberes populares e científicos no Ensino Fundamental.

Torçemos que nossas pesquisas possam se constituir em instrumentos de debate e interlocução com outros leitores, outros grupos de pesquisa, cujos interesses de investigação sejam afins. Por fim, e talvez mais importante, firmamos o nosso interesse e compromisso para que essa discussão envolva os produtores de queijo (ou quaisquer comunidades) e os profissionais da educação, para que possamos buscar formas de cooperação que transformem os fazeres escolares, bem como levem à valorização das práticas culturais de enorme valor para a sociedade.

Referências

- BATISTA, M. E. O. C. L. **Produção artesanal de queijo de coalho**: Uma temática sociocientífica para o ensino de química no Ensino Fundamental. 2019. 91 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, [S. l.], 2019.
- Brandão, C. R. Pesquisar-Participar. In: Brandão, C. R. (Org.). **Pesquisa Participante**. 6ª Edição. São Paulo: Editora Brasiliens, 1986.
- BRITO, A. D. **Um estudo etnomatemático**: Reflexão sobre a prática da produção artesanal do queijo de coalho. 2020. 106f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Matemática) – Universidade Estadual de Campina Grande, Campina Grande, 2020.
- CARDOSO, K. K. **Interdisciplinaridade no ensino de química**: uma proposta de ação integrada envolvendo estudos sobre alimentos. 2014. 66 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) - Centro Universitário Univates, [S. l.], 2014.
- D'AMBROSIO, U. **Etnomatemática**: arte ou técnica de explicar ou conhecer. 2ª. ed. São Paulo: Ática, 1993.
- D'AMBROSIO, U. **Etnomatemática**: elo entre as tradições e a modernidade. 3ª. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2009.
- D'AMBROSIO, U. Etnomatemática, Justiça Social e Sustentabilidade. **Estudos avançados**. São Paulo: USP, v. 32, n. 94, p. 189-204, 2018. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/152689/149184>>. Acesso em: 25 nov. 2019.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17^a ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2012.

OLIVEIRA, S. L. **Tratado de metodologia científica**: projetos de pesquisa, TGI, TCC, monografia, dissertação e teses. 2.ed. 4. reimp. São Paulo: Pioneira Thomson learning, 2002.

PAQUEREAU, B.; MACHADO, G.; CARVALHO, S. **O queijo de coalho em Pernambuco**: histórias e memórias. Garanhuns – PE: Ed. Dos autores, 2016.

PEREIRA, A. A. **Educação do campo e movimentos sociais**. João Pessoa: Ed. UFPB, 2015.

POZO, J. I; CRESPO, M.A.G. **A aprendizagem e o ensino de Ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. Trad. Naila Freitas. 5 ed. Porto Alegre. Artmed, 2009.

PRIGOL, S. **O saber popular como uma alternativa temática para a estruturação curricular do ensino de Ciências**. 2008. 96 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

TEIXEIRA, G. J. et al. Atividades Experimentais no Ensino de Química – concepções de um grupo de licenciandos. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC. 11., Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFCS, 2017. 10p.

VALLE, E.R.M. A pesquisa participante como metodologia de pesquisa em enfermagem. **Enfoques**. Rio de Janeiro, v.16, 20-23, 1988.

Parte III

SOBRE INTERAÇÕES E DISCURSO NO ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA



9



DISCURSOS, INTERAÇÕES E COMPREENSÃO NA SALA DE AULÁ DE MATEMÁTICA

Pedro Lucio Barboza

Introdução

Existe uma discussão na escola de educação básica e no ensino superior acerca das aprendizagens dos alunos em matemática. Afirma-se que os alunos estão aprendendo pouco, com base em avaliações institucionais, e elenca-se vários fatores que estariam contribuindo para isso. Entre esses fatores são destacados acontecimentos que ocorrem em sala de aula, figurando em meio a esses fatores, o discurso do professor, os diálogos e as interações entre professor e aluno.

Existe alguma forma de discurso do professor que facilita a aprendizagem pelo aluno? Como os alunos compreendem o discurso do professor na sala de aula de matemática? Quais situações de interações discursivas favorecem a compreensão dos alunos? E no caso da pergunta do professor, quais situações de interações presentes favorecem a compreensão dos alunos? São indagações relevantes, que buscamos responder neste estudo.

No presente estudo, consideramos discurso como ações que se manifestam de formas variadas, por meio de realizações gestuais, escritas ou orais da linguagem¹, em particular, as ações que professores e alunos realizam no ambiente da sala de aula. Assim, entendemos que a palavra discurso abrange as mais diversas formas de manifestação da linguagem e da comunicação verbal.

Consideramos que a perspectiva apresentada por Bakhtin (2006) acerca do conceito de compreensão pode ajudar a esclarecer questões relacionadas aos diálogos e as interações entre professor e aluno em uma sala de aula de matemática. Para ele, compreender o discurso do outro é ter uma orientação em relação ao que foi dito, encontrar para o enunciado² um lugar adequado no contexto em que está sendo produzido. “Compreender a enunciação de outrem significa orientar-se em relação a ela, encontrar o seu lugar adequado no contexto correspondente. A cada palavra da enunciação que estamos em processo de compreender, fazemos corresponder uma série de palavras nossas, formando uma réplica” Bakhtin (2006, p. 137). A compreensão não é um mero processo passivo de decodificação da linguagem, afirma Bakhtin.

1 Conforme afirma Duval (D'AMORE, 2007) há pelo menos quatro diferentes maneiras de entender a palavra linguagem: 1) como língua; 2) como diferentes formas de discurso; 3) como função geral da comunicação; 4) como uso de um código. Linguagem é um fenômeno colocado por Bakhtin nos seguintes termos: “...para observar o fenômeno da linguagem, é preciso situar os sujeitos – emissor e receptor do som, no meio social. Com efeito, é indispensável que o locutor e o ouvinte pertençam à mesma comunidade linguística, a uma sociedade claramente organizada” (BAKHTIN, 2006, p. 72).

2 O enunciado é descrito em Bakhtin (2003) como sendo a unidade real da comunicação que permite “compreender de modo mais correto também a natureza das unidades da língua” (BAKHTIN, 2003, p. 269). Neste estudo, emprego os termos enunciado e enunciação com o mesmo significado.

Para Bakhtin (2003; 2006), a compreensão se acha na base da resposta, ou seja, na interação verbal. Ele afirma ser impossível delimitar de modo estrito o ato de compreensão e a resposta, porque todo ato de compreensão é uma resposta, na medida em que ele introduz o objeto da compreensão num novo contexto – o contexto potencial da resposta.

Bakhtin (2006) descreve compreensão como um processo em que as enunciações do ouvinte entram em contato e confronto com as enunciações do falante, do seguinte modo: “A cada palavra da enunciação que estamos em processo de compreender, fazemos corresponder uma série de palavras nossas, formando uma réplica” (BAKHTIN, 2006, p. 137). Para este autor, compreender a fala do outro significa orientar-se em relação a ela, encontrar o seu lugar adequado no contexto correspondente.

Desse modo, o ouvinte a cada palavra da enunciação que está buscando compreender, formula um conjunto de palavras próprias. A compreensão é uma forma de diálogo, diz Bakhtin (2006), e ainda acrescenta que compreender é opor à palavra do locutor uma contra palavra. Não significa dizer que compreender é se opor a determinado discurso, mas usar o discurso anterior para formular um discurso resposta.

Este estudo tem como objetivo analisar a relação entre o discurso do professor de matemática, a compreensão do aluno e as situações de interações na sala de aula. Foram realizadas gravações em vídeo de 10 aulas de matemática no ensino fundamental. Os dados são analisados em uma abordagem qualitativa. A seguir, apresentamos alguns estudos presentes na literatura abordando, a questão do discurso, das interações e dos diálogos em sala de aula.

Diálogos e interações na Literatura

Segundo Guerreiro et al. (2015), a perspectiva interacionista considera que a sociedade é concebida como um processo de

interação regido pela comunicação, tendo esta a função de criar e manter consensos e entendimentos entre as pessoas, sendo assim, é vista como um processo de partilha de significados.

As pesquisas de Pimm (2004) e Monteiro (2002) consideram o discurso do professor no sentido de caracterizá-lo a partir da maneira como a linguagem é utilizada em sala de aula, ou seja, busca-se investigar os padrões de discurso adotado pelo professor no desenvolvimento de seu fazer pedagógico.

Revisar ou alterar os padrões de comunicação, ou mesmo buscar formas de comunicação apropriadas na sala de aula é algo desejável na educação matemática. Entretanto, é preciso considerar que na sala de aula existe uma relação já consolidada que legitima o discurso do professor. Para Fadel, “o poder na sala de aula de matemática não é uma questão puramente externa, nem somente interna: de início, ele se dá pelas posições definidas socialmente e sua manutenção depende de uma dura negociação durante a interação discursiva” (FADEL, 2008, p. 119). Acrescente-se ainda, que o discurso do professor é privilegiado em relação ao discurso do aluno, a partir do fato de que o professor é reconhecido como detentor do conhecimento matemático (FIORENTINI, 1995).

As interações discursivas são consideradas essenciais na sala de aula de matemática por diversos autores (SCHOENFELD, 1989; DAVIDSON, 1990; COBB et al., 1997; FORMAN, 2003; CARVALHO, 2009). Além disso, devem ser entendidas na sua relação com contextos histórico-sociais e com as ferramentas culturais disponíveis para uma comunidade. As interações entre professor e alunos e entre os próprios alunos, dependendo das situações como ocorram, podem favorecer a compreensão do discurso do professor pelos alunos.

Edwards (2009) ao analisar mais de duzentos gestos de futuros professores, afirma que gesto espontâneo produzido em conjunto com o discurso é considerado como uma fonte de dados sobre o

pensamento matemático, e como integrante de uma modalidade de comunicação.

Para Edwards, o gesto junto com o discurso oral, a escrita, desenhos e gráficos podem servir como uma janela sobre a forma como os alunos pensam e enunciam sobre matemática. Afirma ser possível desenvolver um quadro analítico adequado para a compreensão do gesto e de outras modalidades dentro do domínio da matemática e do discurso em que as palavras, símbolos, imagens corporais e de movimento são usados na comunicação.

Barwel (2003) conclui que a ambiguidade desempenha um papel na aprendizagem. Embora popularmente a matemática possa ser vista como essencialmente clara, a exploração do discurso matemático, estimulado pela “dimensão” transcrita sugere que este não é o caso. A ambiguidade faz um importante recurso discursivo no discurso da matemática escolar, e talvez em todo o discurso da matemática.

Não há como separar o discurso em uma sala de aula da forma como ocorre a comunicação em geral, como diz Sfard (2000), embora a comunidade matemática crie diferentes composições de discursos, entendo que os professores sentem dificuldades de formular um discurso, de criar situações de interações discursivas que favoreçam a compreensão pelos alunos, e não é porque eles não queiram ou não tentem formular um discurso compreensível. E nessa busca, terminam realizando um discurso ambíguo, que dificulta a compreensão pelos alunos.

Quanto à questão da ambiguidade, diz Bakhtin, “a indefinição terminológica e a confusão em um ponto metodológico central no pensamento linguístico são o resultado do desconhecimento da real unidade da comunicação discursiva – o enunciado” (BAKHTIN, 2003, 274). A existência do discurso está condicionada na forma de enunciações concretas dos falantes, sujeitos do discurso. O discurso é baseado na forma de enunciado pertencente a um determinado sujeito do discurso. Compreender

detalhes do enunciado como unidade da comunicação discursiva permite compreender o discurso. O ouvinte quando percebe e compreende o significado linguístico do discurso, ocupa em relação a ele uma posição que indica compreensão, concorda ou discorda com o que foi dito.

Pesquisadores apontam resultados diferentes em relação às interações em sala de aula. Por exemplo, Vaccari (2006) e Martin, Towers e Pirie (2006) afirmam como se as interações fossem algo definitivo para a caracterização da aprendizagem, isto é, bastaria que ocorressem as interações e estaria assegurada a aprendizagem. Diferente disso, Sfard (2000) e Watson e Chik (2001) apresentam resultados que mostram não ser suficiente ocorrer interações para garantir a aprendizagem.

Em uma investigação que objetivou compreender as interações discursivas entre professor-aluno e aluno-aluno nas séries iniciais a partir de um ambiente de modelagem matemática, Luna e Alves (2007) afirmam que por meio das interações discursivas os alunos podem refletir sobre a matemática e o seu papel na sociedade envolvidos com problemas reais, discutindo suas ideias e a dos outros alunos sobre o contexto social em que estão inseridos.

Finalmente, vimos vários autores afirmarem que os diálogos em sala de aula promovem formas de interação que implicam em mudanças no desenvolvimento dos alunos. No entanto, isso não ocorre em todas as situações de interação, então, quais situações de interação são favoráveis para essas mudanças, ou dito de outro modo, quais situações de interação favorecem a compreensão do discurso do professor pelos alunos?

A escola para ser um ambiente que favoreça as interações entre os alunos e entre estes e o professor, representante da cultura na qual se pretende inserir, torna necessário que os alunos desenvolvam significados aos fenômenos e aos símbolos específicos desta cultura, bem como desenvolvam hábitos de argumentar, de refletir e formas de pensar que os habilitem a participarem e

a contribuírem ativamente da sua renovação. Acreditamos que estes significados podem ser desenvolvidos tendo como ponto de partida o significado inicial atribuído pelo aluno às atividades e ao discurso do professor relativo ao conhecimento que está sendo abordado, tornando necessários momentos em que ocorram em sala de aula processos interativos e reflexivos. Nesta perspectiva, surge a necessidade de analisar como os alunos entendem o discurso do professor, se atribuem ou não um significado que favoreça a assimilação/construção dos significados referendados pela escola, enfim possibilite ao aluno a aprendizagem matemática.

O discurso na aula de matemática também é caracterizado por um conteúdo temático e por um estilo, próprios de cada aula, os quais sofrem influências ou são limitados pelo contexto social e cultural a que está submetida cada sala de aula e até mesmo cada escola (BARBOZA, RÉGO e BARBOSA, 2014).

A linguagem é essencial no processo de aprendizagem, pois ela media as interações dentro de sala de aula. Porém, a língua materna usada em sala de aula para a comunicação pelo professor varia de acordo com o meio em que o indivíduo está inserido. Então, como pode o professor de matemática utilizar um discurso que permita uma negociação para que a linguagem que emprega na sala de aula seja compreendida pelos alunos?

A relação entre os conhecimentos desenvolvidos nas experiências vivenciadas pelos alunos, incluindo aquilo que eles aprendem de matemática no cotidiano, a linguagem matemática praticada pela escola e o discurso do professor têm fortes implicações no processo de comunicação em sala de aula, desse modo, podem oferecer algumas alternativas para o posicionamento do discurso do professor em sala de aula de matemática, que possibilite aos alunos uma melhor compreensão desse discurso.

O discurso que o professor de matemática emprega em sala de aula oferece elementos importantes para a sua atuação, por

consequente esse discurso é um fator que interfere na compreensão dos alunos. Assim, a análise das interações em geral em sala de aula, entre o professor e os alunos é fundamental.

Como os alunos compreendem o discurso do professor na sala de aula de matemática? Quais situações de interações discursivas favorecem a compreensão dos alunos? E no caso da pergunta do professor, quais situações de interações presentes favorecem a compreensão dos alunos? Estas são indagações relevantes, que buscamos analisar neste estudo.

Autores como Cobb et al. (1997) fazem uma análise na qual enfocam a relação entre o discurso de sala de aula e o desenvolvimento matemático, centram a atenção no discurso e consideram que a atividade matemática é objetivada como um tema explícito do diálogo. Esses pesquisadores consideram que a participação no discurso pode apoiar a aprendizagem matemática dos alunos. Para Cobb et al (1997), teoricamente, o discurso é uma construção útil na medida em que sugere possíveis relações entre o discurso de sala de aula e o desenvolvimento matemático. Porém, esses autores observam que iniciar e orientar o desenvolvimento do discurso exige sensatez e julgamento por parte do professor, o que ajuda a esclarecer certos aspectos do papel que desempenha. Ou seja, os autores afirmam que o professor exerce um papel proativo na orientação e desenvolvimento do discurso, ao mesmo tempo destacam que o discurso é uma realização da interação em sala de aula e que os estudantes têm que dar uma contribuição ativa para o seu desenvolvimento.

Na mesma direção de Cobb et al (1997), ao propor ao professor desempenhar um papel de decisão na orientação do desenvolvimento do discurso, White (2003) em uma pesquisa sobre o discurso na sala de aula de matemática tem como foco descrever a importância de incluir todos os alunos no discurso. White (2003) afirma que o discurso permite que os alunos se concentrem em decisões e raciocínio, possibilita aos professores uma

reflexão sobre a compreensão dos alunos e permite estimular o raciocínio matemático.

Para White (2003), o discurso em sala de aula exige que o professor envolva todos os alunos no discurso, monitorando a participação dos estudantes no debate e decidindo quando encorajar cada estudante a participar. Quanto ao discurso, de um modo geral, Bakhtin (2003) afirma que nós aprendemos a moldar o nosso discurso em formas de gênero do discurso e, “quando ouvimos o discurso alheio, já adivinhamos o seu gênero pelas primeiras palavras” (BAKHTIN, 2003, p. 283). Ou seja, desde o início temos a sensação do conjunto do discurso. Bakhtin afirma que se os gêneros do discurso não existissem e nós não os dominássemos, isto é, se tivéssemos de criá-los pela primeira vez no processo do discurso, a comunicação discursiva seria quase impossível.

Buscando compreender como se dá o processo dialógico em aulas de matemática, Ramos-Lopes (2007) partiu da indagação: Quais as estratégias que os professores fazem uso para ajudar os discentes na compreensão dos conceitos matemáticos? Com base nessa problemática, objetivou descrever e analisar as estratégias interativas, de caráter verbal, utilizadas pelo professor de matemática. Concluiu que as principais estratégias de indagação presentes no discurso expositivo dos docentes são perguntas diversificadas que nem sempre exigem a participação do aluno. Constatando também que perguntas retóricas apareceram no discurso dos docentes, algumas vezes, como uma forma de despertar a atenção do discente ou de direcionar sistematicamente o raciocínio do ouvinte para o assunto em discussão, que em outras oportunidades, diz o autor, é uma forma de o docente buscar permanecer como detentor da palavra no momento da exposição teórica em sala de aula.

Ramos-Lopes (2007) se refere as estratégias interativas, de caráter verbal, utilizadas pelo professor, que para Bakhtin (2006) são as enunciações, ou seja, o produto da interação de

dois indivíduos socialmente organizados. Nesta situação particular, dos professores participantes da pesquisa de Ramos-Lopes, ela afirma que em determinados momentos, já não realizariam interações com os alunos, mas seriam protagonistas de um monólogo. Entretanto, Bakhtin afirma: “a enunciação é o produto da interação de dois indivíduos socialmente organizados e, mesmo que não haja um interlocutor real, este pode ser substituído pelo representante médio do grupo social ao qual pertence o locutor” (BAKHTIN, 2006, p. 116). Desse modo, a palavra do professor está sendo dirigida aos alunos e não a um interlocutor abstrato.

Um dos resultados encontrado por Ramos-lobes (2007), refere-se a quando o professor busca monopolizar o discurso, de alguma forma, corrobora com os resultados encontrados por Herbel-Eisenmann, Lubienski e Id Deen (2004), quando afirmam que, numa perspectiva prática, tem sido mostrado que os discursos dos professores de matemática estão situados dentro de padrões bastante tradicionais, incluindo os dos professores que estão tentando mudar suas práticas.

Dialogando com os dados

Momento 1

Nos diálogos abaixo, extraídos de um momento da aula em que a professora explicava uma atividade que solicitara para que os alunos realizassem envolvendo conhecimentos sobre os tipos de ângulos.

Professora: *O começo do ângulo.*

João: *Olha.*

Professora: *Oh, eu quero saber (incompreensível). Então é o começo do vértice. O vértice não está aqui. Aqui é o lado. É aqui. É como se eu tivesse uma reta fechada, entendeu? Aqui é*

uma reta, aí eu fecho a reta, então meu meio é esse, então meus lados são esses dois.

Ricardo: *Esse com esse, e esse com esse (nesse momento, a professora analisava com os alunos uma situação de duas retas concorrentes, buscando identificar os tipos de ângulos formados).*

Marta: *Quando você trabalha com esse ângulo você faz de conta que não existe esse pedaço da reta, certo? (Marta se referia as semirretas opostas ao ângulo que ela analisava).*

João: *Aí faz esse com esse e esse com esse (apontando para os segmentos de reta OF e OE).*

Marta: *Isso mesmo.*

João: *Então, OF e OE formam um ângulo obtuso.*

Ricardo: *E OG e OH formam um ângulo agudo.*

Professora: *Muito bem, está certo. E OF e OG formam que tipo de ângulo?*

Marta: *Ângulo agudo.*

Ao fazer referência ao “começo do ângulo” ou a “reta fechada” entendemos que a professora apresenta um discurso que relativiza o rigor da linguagem matemática. Esse fato aponta uma tentativa da professora de falar uma linguagem que favoreça a compreensão dos alunos. Utilizando essa linguagem o seu discurso se tornaria mais acessível aos alunos. Afinal, onde fica o “começo de um ângulo”? Como se “fecha uma reta”? Entendemos que essa é uma tentativa ou mesmo um modo de favorecer uma situação que no entendimento da professora contribuiria para a compreensão por parte dos alunos.

Reconhecemos que não somente os alunos encontram dificuldades quando precisam fazer representações matemáticas. Dificuldades também são encontradas pelos professores e até pelos matemáticos, o que talvez explique o discurso matemático da professora.

D'Amore (2007) afirma que a matemática mais que possuir uma linguagem específica, ela é uma linguagem específica e, nesse sentido, “um dos objetivos principais de quem ensina é o de fazer com que os alunos aprendam, não apenas entendam, mas também de que se apropriem dessa linguagem especializada” (D'AMORE, 2007, p. 249). Esse autor considera que a comunicação em sala de aula não ocorre na linguagem matemática dos matemáticos, mas também não ocorre na língua materna, é assumida uma sintaxe específica, uma semântica considerada oportuna e nasce uma língua estranha.

Por sua vez, os alunos em suas afirmações apresentam enunciados que estão marcados pelos enunciados tanto dos colegas quanto da professora. Por exemplo, na afirmação de Marta, “Quando você trabalha com esse ângulo você faz de conta que não existe esse pedaço da reta, certo?”.

Bakhtin (2003) afirma que o enunciado sempre se encontra repleto de ecos das vozes alheias, pelo fato de um modo ou de outro ser marcado pela alternância dos sujeitos. Em cada enunciado, as interações ocorrem pelo contato, “no campo de quase todo enunciado uma interação tensa e um conflito entre sua palavra e a de outrem” (BAKHTIN, 1988, p. 153). Na perspectiva de Bakhtin, cada enunciado é um elo na cadeia discursiva e nenhum deles é independente, solitário. Isto pode ser observado nos diálogos e nas interações ocorridas entre os alunos, na atividade realizada em sala de aula da professora.

Momento 2

Observa-se a seguir que em meio a explicação de uma aula envolvendo segmentos geométricos, a professora continua a fazer uso de indagações aos alunos. Quando Maria respondeu do modo esperado pela professora a uma questão sobre segmentos consecutivos, a professora pareceu buscar verificar se a aluna estava com

convicção de sua resposta, talvez pelo fato de esta questão apresentar apenas duas opções como resposta, lançando a pergunta outra vez, “são ou não?”, quando então, Vitor reafirmou a resposta de Maria.

Professora: *Pergunta: Esses segmentos são consecutivos?*

Maria: *São!*

Professora: *São ou não?*

Vitor: *São!*

Professora: *Eles são consecutivos. Quando termina um...*

Vinicius: *Começa o outro.*

Professora: *E já começa o outro. Sem inteiro entre eles. Na letra “B” de bola?*

Maria: *AB...*

Professora: *Pensem e digam os outros. Quê mais?*

Vitor: *AB... BC... CD... e DA.*

Aqui há uma passagem que merece atenção. A professora apesar de em alguns momentos, como mostram os dois episódios acima, buscar indagar e não responder aos alunos para levá-los a pensar sobre a resposta – que é uma forma de favorecer as interações na aula e por meio dessas a compreensão – utiliza neste momento, um discurso que induz a resposta às indagações feitas aos alunos, ou seja, ela faz a pergunta e já inicia a resposta, deixando para os alunos apenas o espaço para completar a resposta.

Desse modo, a professora intercala seu discurso em sala de aula com dois momentos distintos. Em um momento, ela apresenta um discurso em que abre mão do diálogo com os estudantes, induzindo-os às respostas esperadas por ela. Em outros momentos, ela se apresenta acessível a possibilidades e perspectivas diversas, permitindo que os diálogos possam fluir, ou melhor, ela provoca os diálogos nas interações que ocorrem durante a exploração de um determinado objeto de estudo em sala de aula. Neste

caso, a professora segue o ensinamento: “se pensamos o diálogo como um processo de descoberta e aprendizagem, então passa a ser importante ver as coisas de uma nova forma. Perspectivas construídas dialogicamente não precisam ser uma manifestação de nenhuma perspectiva preexistente” (ALRO; SKOVSMOSE, 2006, p. 127).

Entendemos que para um professor favorecer o processo de interações e diálogo na sala de aula ele não deve apresentar as respostas prontas, pois assim, inibe a participação e pode até dificultar o processo de compreensão por parte dos alunos, podendo até afetar o interesse destes pela matemática. Para Bakhtin (2006), o diálogo constitui uma das formas mais importantes da interação verbal, que vai além da comunicação em voz alta entre as pessoas. Na perspectiva bakhtiniana a compreensão é uma forma de diálogo.

Considerações finais

Neste estudo, no qual o objetivo é analisar a relação entre o discurso do professor de matemática, a compreensão do aluno e as situações de interações na sala de aula.

É possível afirmar que na sala de aula estudada ocorreu a alternância de momentos de interações mais intensos entre a professora e os alunos e entre os próprios alunos, com momentos de pouca interação.

Consideramos que os momentos de aula analisados apresentam situações que podem trazer implicações no processo de compreensão dos alunos. Considero que nesse processo é preciso levar em consideração as construções elaboradas pelos alunos, seja por meio do auxílio do professor, ou evidenciadas pela espontaneidade e originalidade das suas respostas. Essas respostas podem ser reveladoras de uma posição espontânea ou fruto de uma compreensão anterior. Práticas pedagógicas que avaliam o

processo de aprendizagem dos alunos, induzindo-os à memorização ou à reprodução da fala do professor, não consideram essas construções.

Nas situações de interação observadas foi possível verificar que houve situações em que ocorreu uma modificação na construção matemática dos alunos durante as interações, nas quais eles colocam suas ideias aos colegas de forma “pura e profunda” (D’AMBROSIO, 2002), essa modificação parece ter ocorrido no sentido de uma evolução de sua compreensão acerca do discurso da professora. Isto é, na interação com outros alunos o pensamento dos envolvidos sofre influências em consequência das interações realizadas, possibilitando deste modo, uma maior aprendizagem.

Entendemos que nos diálogos realizados ocorrem situações de interações nas quais a professora busca favorecer a compreensão de seu discurso, obtendo dos alunos posicionamentos que indicam compreensão, isto é, os alunos apresentam respostas ao discurso da professora, fazem réplicas ao discurso da professora (BAKHTIN, 2006). Ao pautar seu discurso na relação do discurso matemático com situações onde a professora pode desenvolver outro olhar para a sala de aula como espaço institucional de produção de conhecimento. Isso permite ouvir os discursos dos alunos, procurar entender de onde eles partem, como relacionam informações e conhecimentos e como justificam ou explicam essas relações e que suposições ou hipóteses elaboram.

Os dados analisados mostram evidências experimentais preliminares de potencialidades da argumentação em forma de perguntas para a formação dos conceitos matemáticos pelos alunos, bem como, o importante papel do professor para o estabelecimento de interações e reflexões por parte dos alunos.

Os nossos resultados, em algumas categorias de pergunta da professora, vão ao encontro dos resultados de Ramos-Lopes (2007) e de Rogeri (2005), em que aparecem perguntas simuladas como forma de despertar a atenção do aluno; outras, como

forma de a professora permanecer como detentora da palavra no momento da exposição teórica em sala de aula. Entendemos que esses tipos de perguntas também podem favorecer que os alunos exponham suas ideias, bem como, podem favorecer as interações que estimulam as descobertas e a formulação de sínteses por parte dos alunos.

Enfim, observamos neste estudo, evidências da potencialidades da argumentação da professora para a formação de conceitos matemáticos pelo aluno, assim como, o importante papel da professora para a realização das interações e reflexões na sala de aula pelos alunos.

Referências

ALRO, H.; SKOVSMOSE, O. **Diálogo e aprendizagem em educação matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

BAKHTIN, M. **Questões de Literatura e de Estética**: a teoria do romance (trad. Aurora F. Bemardini e outros). São Paulo: Hucitec-UNESP, 1988.

BAKHTIN, M. **Estética da criação verbal**. 4 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

BAKHTIN, M. **Marxismo e filosofia da linguagem**: problemas fundamentais do método sociológico da linguagem. Tradução Michel Lahud e Yara Frateschi Vieira. 12ª ed., São Paulo: Hucitec, 2006.

BARBOZA, P. L.; RÊGO, R. M.; BARBOSA, J. C. Trilhas para a análise da compreensão do discurso do professor pelos alunos. **Revista Paranaense de Educação Matemática**. Campo Mourão/PR, v. 3, n. 5, jul.-dez. 2014.

BARWEL, R. **Ambiguity in mathematics classroom discourse**. In: WILLIAM, J. (Ed.) **Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics**. Londres, v. 23, n. 3, nov. 2003.

COBB, P. et al. Reflective discourse and collective reflection. **Journal for Research in Mathematics Education**. Reston, v. 28, p. 258-77, 1997.

CARVALHO, C. Comunicações e interações sociais nas aulas de matemática. IN: LOPES, A. E.; NACARATO, A. M. (Orgs.). **Escritas e leituras na educação matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2009.

D'AMORE, B. **Elementos de didática da matemática**. Tradução Maria Cristina Bonomi. São Paulo: Editora Livraria de Física, 2007.

D'AMBROSIO, B. S. Conversas matemáticas: metodologia de pesquisa ou prática profissional. In: Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática (EBRAPEM), 6., 2002, Campinas. **Anais...** Campinas: Graf FE, 2002. p. 18-20.

DAVIDSON, N. **Cooperative learning in mathematics**. S. Francisco: Addison-Wesley, 1990.

EDWARDS, L. D. Gestures and conceptual integration in mathematical talk. **Educational Studies in Mathematics**. Genebra, v. 70, p. 127-141, 2009.

FADEL, F. T. B. de A. Variações do discurso na sala de aula de matemática. 2008. 128f. Dissertação (Mestrado em Educação).

Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

FIorentini, D. Alguns modos de ver e conceber o ensino da Matemática no Brasil. **Zetetiké**. Campinas, v. 3, n. 4, p. 01-37, 1995.

FORMAN, E. A. A sociocultural approach to mathematics reform: speaking, inscribing and doing mathematics within communities of practice. In; KILPATRICK, J.; MARTIN, W. G.; SCHIFTER, D. (Eds.). **A research companion to principles and standards for school mathematics**. Reston: National Council of Teachers of Mathematics, 2003. p. 333-352.

GUERREIRO, A. et al. Comunicação na sala de aula: a perspectiva do ensino exploratório da matemática. **Zetetiké**. Campinas: FE/UNICAMP & FEUFF, v. 23, n. 44 – jul/dez-2015.

HERBEL-EISENMANN, B. A.; LUBIENSKI, S. T.; ID DEEN, L. One teacher, two curricula: how and why does her pedagogy vary? In: INTERNATIONAL CONGRESS ON MATHEMATICAL EDUCATION. 26., Toronto, 2004. **Proceedings...** Toronto: Douglas E. Macdougall e Jhon A. Ross, 2004.

LUNA, A. V.; ALVES, J. Modelagem matemática: as interações discursivas de crianças da 4ª série a partir de um estudo sobre anorexia. In: Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática - V CNMEM, 5., Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: UFOP, 2007.

MARTIN, L.; TOWERS, J.; PIRIE, S. Collective mathematical understanding as improvisation. **Mathematical Thinking and Learning**. Philadelphia, v. 8, n. 2, p. 149-183, 2006.

MONTEIRO, M. A. A. **Interações dialógicas em aulas de ciências nas séries iniciais**: um estudo do discurso do professor e as argumentações construídas pelos alunos. 2002. 204f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) — Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2002.

PIMM, D. Discourse analysis and mathematics education: an anniversary of sorts. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON MATHEMATICAL EDUCATION. 26., Toronto, 2004. Proceedings... Toronto: Douglas E. Macdougall e Jhon A. Ross, 2004.

ROGERI, N. K. O. Um estudo das perguntas no discurso do professor de Matemática. 2005. 161f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2005. Disponível em: http://www.sapientia.pucsp.br//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=4514, acesso em 20 de agosto de 2016.

RAMOS-LOPES, F. Estratégias de indagação em aulas de matemática. In: ARAUJO, J. C.; DIEB, M. **Linguagem e educação**: fios que se entrecruzam na escola. Belo Horizonte: Autêntica, 2007. p. 193-207.

SCHOENFELD, A. Ideas in the air: speculations on small group learning, environmental and cultural influences on cognition, and epistemology. **International Journal for Research in Mathematics Education**. Reston, v. 13, n. 1, p. 71-78, 1989.

SFARD, A. Learning mathematics as developing a discourse. In: Conference of PME-NA, 21., 2000. **Proceedings...** Cuernavaca: PME-NA, 2000.

VACCARI, B. V. **A interação na sala de aula de matemática**. Depositada em 2007. 147f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), ULBRA - Universidade Luterana do Brasil, Porto Alegre, 2007.

WATSON, J. M.; CHICK, H. L. Factors influencing the outcomes of collaborative mathematical problem solving: an introduction. **Mathematical Thinking and Learning**. Philadelphia, v. 3, n. 2/3, p.125-173, 2001.

WHITE, D. Y. Promoting productive mathematical classroom discourse with diverse students. **Journal of Mathematical Behavior**. New Brunswick, v. 22, p. 37-53, 2003.

10



ATIVIDADES EXPERIMENTAIS, SÓCIOINTERATIVIDADE E ARGUMENTAÇÃO NA SALA DE AULA DE FÍSICA

Inácio Mamede de Lima
Marcelo Gomes Germano

Introdução

Incorporada à cultura e reconhecida como impulsionadora de instrumentos tecnológicos, a Física enquanto ciência que estuda a natureza, tem na atividade experimental uma forte aliada no processo educacional. Mas, apesar da inegável relevância dessas atividades, integradas ao ensino de ciências, muito se tem questionado sobre a forma e os meios como elas são empregadas, bem como, sobre o papel que desempenham na sala de aula. Autores como: Coelho, Nunes e Wiehe (2008), Laburú, Barros e Kanbach (2007), Borges (2002) e Alves Filho (2000), destacam em suas pesquisas a importância desse recurso como desencadeador de interesse e impulsionador da aprendizagem de conteúdos em patamares mais significativos.

O número de pesquisas que procuram identificar aspectos importantes dos processos interativos por professores e alunos, sobretudo, o modo como organizam suas falas a partir da

interpretação que fazem do discurso do outro, mediados pela utilização de atividades experimentais aumentou nos últimos anos. Os trabalhos de Aguiar Júnior e Mortimer (2005), Monteiro e Teixeira (2004), Gaspar, Monteiro I. e Monteiro M. (2004), Mortimer e Scott (2002), são exemplos disso.

Estudos voltados para uma melhor compreensão acerca da forma como os significados são desenvolvidos e compartilhados por meio do uso da linguagem e outros modos de comunicação, no contexto social de sala de aula de Ciências, são embasados na perspectiva teórica relacionada à corrente sócio-histórica ou sociocultural na qual o processo de conceitualização está relacionado com a construção de significados (VYGOTSKY, 2008).

Como afirma Mortimer e Scott (2002, p. 284) o foco está no processo de significação, pois os significados são vistos como polisêmicos e polifônicos, criados na interação social e internalizados pelos indivíduos. Além disso, o processo de aprendizagem não é visto como a simples substituição das velhas concepções que o indivíduo já possuía, mas como a negociação de novos significados num espaço comunicativo no qual há o encontro entre diferentes perspectivas culturais, num processo de crescimento mútuo.

Nesta pesquisa, as interações discursivas foram consideradas como constituintes do processo de construção de significados. Interessava-nos saber como os diferentes tipos de discurso construídos em torno das atividades experimentais de demonstração em sala de aula de Física proporcionam a interação social de forma a efetivar o processo de construção de significados. Qual a relação das interações discursivas com o crescimento da Zona de Desenvolvimento Proximal¹ (ZDP)?

1 É a distância entre aquilo que o indivíduo é capaz de fazer de forma autônoma (nível de desenvolvimento real) e aquilo que ela realiza em combinação com elementos de seu grupo social (nível de desenvolvimento potencial). Maiores detalhes podem ser encontrados em “A formação social da mente” (VYGOTSKY, 2008, p. 97).

No sentido de responder estas questões, a pesquisa teve como principal objetivo investigar se a estratégia de ensino baseada na aplicação de atividades experimentais de demonstração em sala de aula, na perspectiva interacionista da teoria de Vygotsky, potencializa a interação social dos alunos com o professor e dos alunos entre si, de forma a contribuir para a construção do conhecimento e ressignificação do processo de ensino e aprendizagem. Nesta perspectiva, adotamos uma pesquisa de natureza qualitativa, do tipo Estudo de Caso e, para identificar as formas como a professora e alunos interagem em sala de aula, o modo como formulam suas perguntas e respostas, como expressam suas ideias, utilizamos a ferramenta analítica proposta por Mortimer e Scott (2002).

Embora tenham sido observados e analisados seis episódios de ensino, considerados os limites desta publicação, apresentamos os resultados de apenas um dos episódios, parâmetro julgado suficiente para o entendimento da pesquisa como um todo.

O trabalho está estruturado de modo que na segunda seção apresentamos uma discussão sobre as atividades experimentais no ensino de Física. Na terceira seção discutimos alguns aspectos da teoria de Vygotsky para, logo em seguida, apresentarmos os detalhes da metodologia da das intervenções e da pesquisa. A quinta seção trata da análise e interpretação do primeiro episódio, escolhido entre os demais como parâmetro de entendimento desta pesquisa.

O ensino de Física e as atividades experimentais

As divergências sobre a natureza da ciência proporcionaram diferentes interpretações e estilos de se conduzir as atividades experimentais e há muito tempo se vem questionando sobre a relevância de tais atividades integradas ao contexto escolar e sobre o papel que desempenham nas salas de aulas de ciências.

De acordo com Alves Filho (2000) as discussões referentes ao uso de atividades experimentais no ensino de ciências se intensificaram a partir da segunda metade do século XX, com

o surgimento de novos modelos para o desenvolvimento científico. Epistemólogos como Thomas Kuhn, Karl Popper, Gaston Bachelard, entre outros, ao questionarem a natureza do conhecimento humano, sob a perspectiva da interação não neutra entre sujeito e objeto, contribuíram para um amadurecimento acerca da função histórica do experimento, possibilitando uma melhor compreensão da relação entre teoria – experimento – realidade. Na mesma época, professores e cientistas desenvolviam importantes projetos² de ensino de ciências nos Estados Unidos, na Inglaterra e no Brasil que tinham como ideia básica reproduzir a prática do cientista profissional, levando o aluno a “fazer ciência”, a ciência do cientista.

A partir da década de 1970, a teoria de ensino e aprendizagem que predominava – a instrução programada, proposta por Skinner – ainda identificada nas apostilas e livros didáticos, começou a ser questionada. A “competência” foi enaltecida e novas teorias de aprendizagem apontaram para a valorização dos processos mentais construtivistas, proporcionando mudanças no âmbito social, político e cultural. Como consequência, surgiram novas propostas de utilização do laboratório didático de ciências.

[...] na concepção empirista, o laboratório tinha sua manutenção garantida pela primazia de ensinar o método experimental, enquanto na concepção construtivista deverá exercer a função de instrumento de mediação entre as ideias prévias e concepção de ciência manifestada pelos estudantes e uma nova concepção de ciência... (ALVES FILHO, 2000, p. 291).

2 Physical Science Study Committee (PSSC) e o Harvard Physics Project, nos Estados Unidos; Nuffield, na Inglaterra e o Projeto de Ensino de Física (PEF), no Brasil.

Naturalmente as inovações ocorridas contribuíram para uma multiplicidade de tendências e modalidades de atividades experimentais, proporcionando uma gama de possibilidades e uma postura mais cautelosa a respeito da relevância e do verdadeiro papel daquelas atividades no contexto da sala de aula.

O papel das atividades experimental no ensino de Física

Sobre a relevância das atividades experimentais no ensino de física, Alves Filho (2000) ressalta que elas exercem um papel fundamental no processo ensino aprendizagem, pois significam atividades historicamente construídas. Para o autor, se o objetivo da Ciência é tornar possível que os estudantes tenham uma melhor compreensão sobre a natureza da mesma, é necessário que as atividades experimentais estejam presentes no ideário pedagógico do professor.

Para Laburú (2006), a aprendizagem eficaz é compreendida como resultado do encontro da motivação com elementos cognitivos. Nesse processo, as atividades experimentais representam uma alternativa para motivar e despertar o interesse dos alunos em sala de aula e o engajamento em atividades subsequentes. Mas, para isso, o professor, de forma criativa, deve utilizar estratégias de ensino que favoreçam a transição gradual do sensório para o intelecto, do mundo dos objetos para o mundo das ideias.

Na nossa concepção é fundamental que as estratégias de ensino facilitem também a transição do mundo das ideias para o sensório.

Séré, Coelho e Nunes (2003), ao analisarem o papel do experimento no ensino de Física, chegaram à conclusão que as atividades experimentais têm o papel de permitir o estabelecimento de conexões entre três polos: o *referencial empírico* (mundo real transformado pelos procedimentos e pelas técnicas); os *conceitos, leis e teorias*; e as *diferentes linguagens e simbolismos* utilizados

em Física. Para eles, “é graças às atividades experimentais que o aluno é incitado a não permanecer no mundo dos conceitos e no mundo das “línguas” (natural, matemática, simbólica), tendo a oportunidade de relacionar esses mundos com o mundo empírico” (SÉRÉ; COELHO; NUNES, 2003, p. 39).

Segundo Thomaz (2000), é inegável a importância da realização de atividades experimentais como instrumento de aprendizagem por meio da teoria (observação/reflexão) aliada com a prática (ação), desde que o professor, como agente mediador e assessor do processo, promova a exploração de atividades investigativas, que se constituam em problemas reais e desafiadores, que o aluno se sinta motivado para resolver, e que ofereçam condições para esse desenvolver a capacidade de dialogar, decidir, compreender e de intervir criticamente na comunidade em que está inserido.

Alves (2006), em seu projeto de pesquisa em que introduziu atividades experimentais no decorrer das aulas expositivas com o objetivo de promover a integração teoria-prática, visando à aprendizagem significativa de conteúdos de Física em nível médio, argumentou que os resultados foram satisfatórios. Mas, entende que para isso, é fundamental que as aulas sejam dinâmicas, com discussão dirigida/mediada pelo professor, e que este deverá considerar e utilizar a relação entre o conhecimento prévio dos alunos e o conhecimento científico que está sendo trabalhado. Assim como utilizar uma linguagem acessível e atividades experimentais coerentes, de modo a proporcionar a resolução de situações-problema adequadas ao nível de ensino em questão.

Conforme Moreira, Caballero, e Neves (2006), para os alunos aprenderem significativamente, é fundamental propiciar situações problemáticas que ajudem na construção de significados dos conceitos envolvidos. O empenho dos alunos em tarefas que impliquem diversas fases de uma investigação científica, desde o planejamento, passando pela proposta de hipóteses explicativas e

pela execução, incluindo a discussão com os seus pares e o professor, contribui para a construção do seu conhecimento.

Couto (2009), em sua pesquisa, observou o trabalho de dois professores, um da rede pública e outro da rede particular, em que utilizavam recursos materiais diversificados, na condução de atividades experimentais em salas de aula de Física. Constatou que o uso de atividades experimentais contribui para o interesse e engajamento dos alunos e fornece suporte ao processo de construção e validação de modelos físicos, desde que haja uma relação adequada entre manipulações da montagem (feitas a partir de problematizações) e os enunciados teóricos que se pretende desenvolver a partir delas. Entretanto, verificou que, mesmo assim, a abordagem comunicativa se fez pouco presente.

Gaspar, Monteiro I. e Monteiro M. (2004), em seu trabalho de pesquisa constataram que as atividades experimentais de demonstração podem ser um instrumento didático eficiente e viável para causar o desencadeamento de interações sociais em sala de aula, desde que o aluno seja motivado a ampliar suas possibilidades de compreensão conceitual do tema estudado, questionando, formulando hipóteses, e expondo suas ideias e expectativas em relação à atividade. Para isso, segundo os autores, é fundamental que o professor adéque a linguagem, incorporando em sua fala diferentes formas discursivas que, alicerçadas em uma teoria sócio construtivista como a de Vygotsky, podem fornecer a criação e fortalecimento dos ambientes de aprendizagem.

No que diz respeito aos experimentos demonstrativos, objeto central desta pesquisa, Gaspar e Monteiro (2005) ressaltam que conforme os objetivos a que se destinam, as atividades experimentais de demonstração podem ser:

- a) *Atividades de demonstração em conferências ou palestras:* são realizadas com dispositivos ou equipamentos experimentais específicos vinculados à explicação de temas

apresentados durante uma palestra em auditórios, teatros, quadras de esporte ou qualquer outro ambiente público;

- b) *Atividades de demonstração em museus e centros de ciências:* são experimentos expostos para apresentação aos visitantes ou para que eles próprios os manipulem. A alfabetização em ciências, assim como o seu ensino e divulgação são o principal objetivo dessas instituições;
- c) *Atividades de demonstração em sala de aula:* recebem muitas vezes a denominação de “experiências de cátedra”.

Em conformidade com Ferreira (1978) e Alves Filho (2000), as Experiências de Cátedra objetivam ilustrar e ajudar a compreensão dos conteúdos desenvolvidos nos cursos teóricos, tornando-os mais interessantes, agradáveis e, desenvolvendo a capacidade de observação e reflexão dos estudantes. Embora pouco utilizadas nas escolas, algumas Universidades brasileiras ainda adotam esse modelo.

No caso dos Museus e Centros de ciências, alguns aparatos grandes e robustos, possibilitam a manipulação dos visitantes que, conforme a problematização dos monitores, vão interagindo fisicamente com os objetos e, juntamente com os colegas de visitaçã, analisando os fenômenos e levantando hipóteses em torno das questões sugeridas. A esta forma de abordagem estamos denominando de *atividades experimentais de demonstração interativa*.

Foi uma espécie de aproximação entre a experiência de cátedra e as atividades experimentais de demonstração interativa que introduzimos na sala de aula como uma alternativa situada entre as oficinas pedagógicas e o laboratório tradicional de ensino de física. O desenvolvimento e avaliação desta proposta é o que apresentamos neste artigo.

Aspectos gerais da Teoria de Vygotsky

De acordo com a Teoria Histórico-Cultural, o indivíduo não nasce pronto nem é cópia do ambiente externo. Na ausência do outro, o homem não se constrói. A vivência em sociedade é essencial para a transformação do homem, de ser biológico em ser humano. Para Vygotsky, na relação entre sujeito e objeto no processo de construção do conhecimento, o sujeito do conhecimento não é apenas passivo, regulado por forças externas que o vão moldando, e não é somente ativo, regulado por forças internas. O sujeito do conhecimento é interativo.

Na perspectiva de Vygotsky, a relação entre o desenvolvimento e a aprendizagem está atrelada ao fato do homem viver em sociedade, sendo a alavanca para esses dois processos.

As concepções do teórico com relação ao funcionamento do cérebro humano indicam que o cérebro é a base biológica, determinante para as reações inatas do organismo, e suas particularidades definem limites e possibilidades para o desenvolvimento humano.

Para ele, os fatores biológicos têm preponderância sobre os sociais somente no início da vida da criança. O fato de nascer com genes e base neurológica humana não é essencial para que ela internalize, sem interação com o meio social, os comportamentos característicos dos seres humanos construídos historicamente. Ela é dotada de funções psicológicas elementares, como os reflexos e a atenção involuntária, presentes em todos os animais mais desenvolvidos.

Quando a criança começa a interagir com o meio social e cultural em que está inserida, esses passam a intervir no comportamento e a instigar a evolução de seu pensamento. Parte das funções psicológicas elementares transforma-se no que Vygotsky (2008) chamou de processos psíquicos superiores, que são funções

mentais tipicamente humanas, como memória, atenção voluntária, percepção e pensamento. Desse modo, as funções psíquicas superiores não são inatas, nem acompanham a evolução física da criança.

De acordo com Rego (2008, p. 71) o desenvolvimento pleno do ser humano depende do aprendizado que realiza num determinado grupo cultural, a partir da interação com outros indivíduos da sua espécie. Portanto, a capacidade de construir conhecimentos, adquirir habilidades, valores e atitudes, está intimamente relacionado ao contexto sociocultural onde a pessoa está inserida e se processa por meio de uma interação dialética. Ao mesmo tempo em que ela “transforma o seu meio para atender suas necessidades básicas, transforma-se a si mesmo” (REGO, 2008, p. 41).

Para Vygotsky (2008), a aprendizagem não é sinônimo de desenvolvimento. São processos distintos que estabelecem relações mútuas desde o nascimento da criança. Ele defende que, a aprendizagem é que promove o desenvolvimento. O sujeito desenvolve porque seus interesses e necessidades fazem com que ele aprenda. É como se o aprendizado, processo que progride de forma mais rápida, puxasse o desenvolvimento do sujeito e isto também está ligado à ideia de que o caminho do desenvolvimento está em aberto.

Na abordagem de Vygotsky, a aquisição da linguagem, que se caracteriza por apresentar duas funções básicas, pode ser um paradigma para explicar a relação entre aprendizado e desenvolvimento. A primeira função da linguagem é de *intercâmbio social*. As pessoas inicialmente desenvolvem a língua para se comunicar. Somente depois é que surge uma segunda função da linguagem, o *pensamento generalizante*, que é quando a linguagem se ajusta com o pensamento. “É o fato de que o uso da linguagem implica numa compreensão generalizada do mundo, quer dizer, ao nomear alguma coisa, estamos realizando um ato de classificação” (OLIVEIRA, 2006, p. 30).

Para Rego (2008, p. 63), Vygotsky estabelece que a relação entre pensamento e linguagem “passa por várias mudanças ao longo da vida do indivíduo.” Mesmo tendo diferentes origens e se desenvolverem de modo independente, “numa certa altura, graças à inserção da criança num grupo cultural, o pensamento e a linguagem se encontram e dão origem ao modo de funcionamento psicológico mais sofisticado, tipicamente humano”. Dessa forma, a linguagem tem um papel de construtor e de propulsor do pensamento. “O aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental e põe em movimento vários processos de desenvolvimento que, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer” (VYGOTSKY, 2008, p. 103). Conforme o autor, no desenvolvimento cultural, as funções psicológicas aparecem primeiro no nível social entre pessoas (interpessoal), ou seja, no contexto da vivência do indivíduo no ambiente, e depois no nível individual, no interior do indivíduo (intrapessoal). O processo de transformação de *inter* para *intrapessoal* é um processo de reconstrução interna, chamado de interiorização.

Assim, o processo de aprendizagem ocorre “de forma dinâmica (e dialética) através de rupturas e desequilíbrios provocadores de reorganizações por parte do indivíduo” (REGO, 2008, p. 58) e se desenvolve devido aos constantes diálogos entre o exterior, por meio de fatores concretos, e o interior do indivíduo, parte abstrata, com diferentes formas de manifestações, tanto intelectual, quanto verbal e de diversos graus de generalizações e assimilações. No entendimento de Rego, Vygotsky procura analisar essa interação social sob dois ângulos: “um é o que se refere à compreensão da relação geral entre aprendizado e o desenvolvimento; o outro, às peculiaridades dessa relação no período escolar” (REGO, 2008, p. 72).

Vygotsky dá uma atenção especial à educação, por considerar que a mesma possibilita desenvolver modalidades de pensamento bastante específicas, possuindo um papel diferente e insubstituível,

na apropriação pelo sujeito da experiência culturalmente acumulada. Acredita que a escola tem um papel essencial na construção do ser psicológico e racional. É o lugar onde a intervenção pedagógica intencional desencadeia o processo ensino e aprendizagem. Daí, a necessidade de refletirmos sobre a relevância que a escola exerce no desenvolvimento cognitivo do aluno. De acordo com Vygotsky (2008), todo e qualquer processo de aprendizagem é ensino e aprendizagem, incluindo aquele que aprende, aquele que ensina e a relação entre eles.

Para uma melhor compreensão sobre o papel do outro na aprendizagem e, por conseguinte, no desenvolvimento psíquico, Vygotsky concebeu o desenvolvimento humano em dois níveis. O primeiro nível de desenvolvimento é chamado de *nível de desenvolvimento real*, caracterizado pelas funções psicológicas do indivíduo que já se estabeleceram como resultado de certos ciclos de desenvolvimento já completados. Compreende as atividades e operações que a criança ou adolescente consegue fazer sozinha, porque ela já tem um conhecimento consolidado. O segundo nível de desenvolvimento é o *nível de desenvolvimento potencial*, refere-se ao conjunto de atividades que a criança ainda não domina, não consegue realizar sozinha, mas que é capaz de realizar com o auxílio de alguém que lhe dê algumas orientações adequadas (um adulto ou outra criança mais experiente).

Ao aplicar testes de inteligência em duas crianças, para verificar o desenvolvimento mental destas, Vygotsky (2008) constatou que, na maioria das vezes, havia uma equiparação ao nível do quociente intelectual (QI), ou seja, ambas conseguiam resolver sozinhas os mesmos problemas. Porém, ao sugerir-lhes atividades mais complexas, além das suas capacidades de resolução independente, constatou que uma das crianças, com ajuda de pessoas mais experientes, conseguia resolver problemas que indicavam uma idade mental superior à da outra que, sob as mesmas orientações, não conseguia solucionar os problemas que a primeira resolvia.

Chegou à conclusão que, crianças com a mesma idade temporal não possuíam a mesma idade mental, pois a capacidade delas para aprender algo, sob a orientação de uma pessoa mais experiente, era diferente. As crianças estavam em níveis de desenvolvimento potencial diferente. Conseqüentemente, o nível de desenvolvimento psíquico de um aluno não pode ser determinado apenas pelo que ele consegue construir sozinho; é necessário conhecer o que ele consegue realizar, muito embora ainda precise do auxílio de outras pessoas para fazê-lo.

Esses estudos remetem a outro célebre conceito do pensamento vygotskyano muito importante para a educação: a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), ou também denominada Zona de Desenvolvimento Imediato.

[...] é a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes. [...] define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão, presentemente, em estado embrionário (VYGOTSKY 2008, p. 97 - 98).

Conforme o autor, o “bom aprendizado” é aquele que está à frente do desenvolvimento e a escola deve guiar o ensino não para etapas intelectuais já atingidas pelo aluno, mas, sim, para estágios de desenvolvimento ainda não incorporados pelos alunos, funcionando como um incentivador de novas conquistas psicológicas. Nesse sentido, a aplicação da ZDP contribuirá para que os educadores tenham uma compreensão mais ampla sobre o desenvolvimento intelectual do aluno, possibilitando planejar de forma mais eficaz o futuro imediato deste, bem como o seu estado dinâmico de desenvolvimento.

Segundo Vygotsky (2008), o aprendizado direcionado para os níveis de desenvolvimento que já foram alcançados pelo aprendiz é ineficaz, já que não se encaminha para um novo estágio do processo de aprendizagem. Para ele, a interação entre a pessoa mais experiente e o aprendiz deve estar situada nos limites da ZDP, pois possibilita ao aprendiz oportunidades mais efetivas para seu desenvolvimento mental, ou seja, desperta diversos processos internos de desenvolvimento, que se manifestam quando ele interage com pessoas em seu ambiente e quando em cooperação com seus colegas. Logo, a aprendizagem é a grande responsável por instituir a ZDP nos sujeitos.

A ZDP é de cunho dinâmico e complexo, apresentando restrições diversificadas de indivíduo para indivíduo em relação a diferentes âmbitos de desenvolvimento, tarefas e conteúdos. É necessário salientar que os alunos são originários de variados meios socioculturais e são herdeiros de toda a evolução filogenética e cultural a que estão submetidos. Além do mais, possuem capacidades cognitivas diferentes de apreensão da realidade. Consequentemente, a sala de aula dispõe de um corpo discente bastante heterogêneo em que cada um dos alunos tem sua história diversificada.

Ao referir-se ao conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal, Oliveira (2006), ressalta que,

É um conceito que tem um valor explicativo dentro da teoria, mas ele não é um conceito instrumental. Não podemos pegar o conceito de zona proximal, entrar em uma sala de aula e querer medir a zona proximal dos alunos, identificar as zonas proximais e tal, porque ele é um conceito muito flexível e muito complexo, ele não é visível na prática. Quer dizer, ele nos ajuda a entender o desenvolvimento, mas não é visível na prática, pois para cada tópico de

desenvolvimento, para cada criança, em cada micromomento teríamos uma zona (p. 36)

Nesse contexto, existem diversas ZDP, cada uma conforme aquilo que o aluno já sabe, relacionada aos conteúdos escolares determinados, em vista disso, não é uma zona estática, na qual apenas um método pode ser utilizado.

Metodologia da pesquisa

Sobre os sujeitos e local da pesquisa

Neste estudo, os episódios de ensino analisados foram registrados em uma turma de 2ª série do ensino médio de uma escola da rede oficial de ensino estadual. Trata-se de uma escola de porte médio situada na cidade de Serra Branca-PB, localizada no Cariri paraibano. No período em que a pesquisa foi realizada, a escola contava com 1052 alunos, distribuídos nos três turnos e em 13 salas de aula com capacidade média de 32 alunos; um laboratório de Ciências (Química, Física e Biologia), pouco utilizado devido à precariedade de recursos materiais; uma sala de vídeo e um laboratório de informática com acesso à internet, que também funcionavam precariamente e uma Biblioteca com pequeno acervo de livros que eram disponibilizados para empréstimo.

Com um corpo docente constituído por 52 professores, em sua maioria efetivos, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) é quem norteiam o trabalho docente e a proposta pedagógica da escola, periodicamente discutida e aprovada pelo Conselho Escolar. Mas, no ano em que foi realizada a pesquisa, a escola não dispunha do trabalho de orientador educacional, nem de coordenador pedagógico.

A turma escolhida para observação era composta por 29 alunos, com idade variando de 14 a 16 anos e, semelhante às outras escolas estaduais, a carga horária da disciplina de Física,

em todas as séries do Ensino Médio era de três horas/aula semanais, sendo duas aulas ministradas no mesmo dia, chamadas de “aulas duplas ou seguidas” e a outra, em dia ulterior. A escolha da referida turma justifica-se pelo fato de a professora considerá-la heterogênea, com alunos bastante desinteressados pelas aulas teórico-expositivas.

A professora Ylka³, que conduziu as aulas, é formada em Química Industrial, possui mestrado em Engenharia Sanitária. Leciona Química e Física nas três séries do Ensino Médio dessa escola há 15 anos. A escolha da professora foi influenciada pelo fato de ela normalmente realizar, juntamente com os alunos, atividades experimentais de demonstração no decorrer de aulas expositivas, mas, sobretudo, por acreditar que aquela estratégia de ensino influencia positivamente na participação do aluno, incentivando-o a aprimorar a qualidade discursiva produzida em sala de aula, além de criar condições para a construção de conhecimentos procedimentais e atitudinais.

Sobre os instrumentos utilizados para a coleta de dados

Os dados foram coletados por intermédio de observações diretas com registros escritos em “diário de campo”, acompanhamento sistemático com gravações em vídeo das aulas pesquisadas, além de uma entrevista com a professora que participou da pesquisa. As falas foram registradas diretamente pelo microfone embutido na câmara de vídeo.

A gravação em vídeo é uma técnica que possibilita detectar as interações verbais e não verbais no contexto social da sala de aula, favorecendo uma descrição meticulosa dos eventos e dos indivíduos e, portanto, mais próxima do real.

3 Nesse estudo os nomes da professora e dos alunos são fictícios, preservando a identidade de cada um dos envolvidos.

O planejamento da filmagem é fundamental no sentido de evitar que aspectos importantes não passem despercebidos. “Para que se torne um instrumento válido e fidedigno de investigação científica, a observação precisa ser antes de tudo controlada e sistemática” (LÜDKE; ANDRÉ, apud CARVALHO, 2004, p. 6). Nesse sentido, o responsável pela filmagem deverá conhecer os objetivos da pesquisa para poder identificar o que é mais relevante para gravar.

Embora cientes dos obstáculos que poderiam surgir a partir da utilização a câmara de vídeo, a professora e alunos não fizeram nenhuma objeção ao uso daquele instrumento, mesmo porque, os estudantes já haviam enfrentado situações semelhantes em que as demonstrações experimentais sempre eram registradas com os aparelhos celulares.

Sem chamar muito a atenção, a câmara de vídeo foi estrategicamente colocada em um dos lados na frente da sala, possibilitando uma visualização frontal dos alunos e uma imagem lateral do professor. Os arquivos de vídeo foram sistematicamente assistidos, proporcionando a oportunidade de melhor compreensão dos fatos ocorridos em sala de aula. “Esse ver e rever traz às pesquisas em ensino uma coleção de dados novos, que não seriam registrados pelo melhor observador situado na sala de aula” (CARVALHO, 2004, p. 8).

No sentido de conseguir informações que não foram obtidas no decorrer das aulas, realizamos uma entrevista semiestruturada com a professora. Esta modalidade de entrevista se caracteriza por combinar perguntas fechadas (ou estruturadas) e abertas, sendo “guiada por relação de pontos de interesse que o investigador vai explorando ao longo de seu curso” (GIL, 2009, p. 115), além de apresentar questionamentos básicos suportados por teorias e hipóteses que se relacionam ao tema da pesquisa. No nosso caso, foram exploradas perguntas sobre práticas docentes, exercício da docência, atividades experimentais (abordagens, estratégias e recursos utilizados).

Sobre a estrutura das aulas

Para a análise, foram selecionados episódios de ensino que, de acordo com Carvalho (2005, p. 8), “são momentos extraídos de uma aula, onde fica evidente uma situação que queremos investigar”. Foram coletados nos horários regulares de aula da turma, no turno matutino, no segundo semestre de 2011, entre os meses de julho e agosto, conforme uma sequência de ensino de dezoito (18) aulas, referentes à unidade “Calor” que abrange dois capítulos: Mudanças de Fase e Leis da Termodinâmica. As atividades foram distribuídas da seguinte forma: 1ª Introdução com textos e experimento; 2ª Resolução de exercícios; 3ª Experimentos; 4ª Experimentos; 5ª Diagrama de fases; 6ª Resolução de exercícios; 7ª Texto (Máquinas térmicas); 8ª Experimentos sobre máquinas térmicas; 9ª Resolução de exercícios; 10ª Aplicação de exercícios envolvendo as unidades trabalhadas.

É importante ressaltar que nas seis sequências de ensino observadas, a dinâmica de trabalho foi constituída por atividades diversificadas, incluindo trabalhos em grupo, aulas expositivas, realização de atividades experimentais em sala de aula e leitura e discussão de textos que envolviam aspectos sociais da Física e/ou relacionados aos experimentos. Sempre que preciso, os estudantes utilizavam o livro convencional de Física que havia sido adotado pela escola.

As atividades que compuseram o episódio analisado neste artigo, referem-se a mudanças de estado físico com ênfase na influência da pressão, e foram planejadas para três momentos, com duração de 90 minutos cada. O primeiro momento constou da leitura e interpretação de dois textos (anexos, A e B), seguido da realização de uma atividade de demonstração/observação aberta, cujo intuito era contribuir para o levantamento de questões problematizadoras.

Em seguida, buscando socializar o conhecimento, os membros de cada equipe composta em média por quatro

alunos apresentaram suas atividades experimentais, a professora destacou, no quadro de giz, as ideias expostas pelos mesmos, juntamente com aquelas que surgiram a partir das intervenções dos demais colegas. Finalmente, no terceiro momento, prosseguiram as apresentações e intervenções, seguidas de um questionamento, promovido pela professora sobre o modelo científico capaz de explicar as demonstrações.

Sobre os instrumentos de análise dos dados

Objetivando identificar indícios de como professor/aluno e aluno/aluno se inter-relacionam num movimento discursivo para a estruturação de sentidos dos dados experimentais na sala de aula, optamos por uma pesquisa de natureza qualitativa, tipo estudo de caso, que de acordo com Ventura (2007) se caracteriza por apresentar um método abrangente, com a lógica do planejamento, da coleta e da análise de dados. O Estudo de Caso é atualmente “encarado como o delineamento mais adequado para a investigação de um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto real, onde os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente percebidos” (YIN, 2001, apud GIL, 2009, p. 54).

Para verificarmos a forma como os discursos são apresentados e construídos pela professora e alunos, utilizamos a ferramenta analítica, proposta por Mortimer e Scott (2002). Trata-se de um instrumento analítico voltado para investigar o processo pelo qual os significados são criados e desenvolvidos no plano social da sala de aula de ciências, com a utilização da linguagem, interação e mediação. Conforme os autores, cinco passos são fundamentais para a análise das interações e a produção de significados em salas de aulas de ciências: *1. Intenções do professor; 2. Conteúdo do discurso em sala de aula; 3. Abordagem comunicativa; 4. Padrões de interação; 5. Intervenções do professor.*

Intenções do professor

Seguindo os princípios da teoria de Vygotsky, os autores levaram em consideração que o ensino de ciências produz um tipo de ‘performance pública’ no plano social da sala de aula. Defendem que, essa performance é dirigida pelo professor que planejou o seu ‘roteiro’ e tem a iniciativa em ‘apresentar’ as várias atividades que constituem as aulas de ciências. O trabalho de desenvolver a ‘estória científica’ no plano social da sala de aula é central nessa performance.

Para os autores, há, no entanto, outras intenções que precisam ser contempladas durante uma sequência de ensino. Essas intenções, que são derivadas de outros aspectos da teoria sociocultural e da experiência dos autores como pesquisadores da sala de aula, podem ser sintetizadas como: (a) Engajar os estudantes, intelectual e emocionalmente, no desenvolvimento inicial da ‘estória científica’; (b) Explicitar e explorar as visões e entendimentos dos estudantes sobre ideias e fenômenos; (c) Disponibilizar as ideias científicas (incluindo temas conceituais, epistemológicos, tecnológicos e ambientais) no plano social de sala de aula; (d) Dar oportunidades aos estudantes de falar e pensar com as novas ideias científicas, em pequenos grupos e por meio de atividades com toda a classe. Ao mesmo tempo, dar suporte aos estudantes para produzirem significados individuais, internalizando essas ideias; (e) Prover comentários sobre o desenrolar da ‘estória científica’, de modo a ajudar os estudantes a seguir seu desenvolvimento e a entender suas relações com o currículo de ciências como um todo.

O conteúdo do discurso na sala de aula

Segundo Mortimer e Scott (2002) nas salas de aula de ciências, as interações entre o professor e os estudantes podem ser relacionadas a uma ampla variedade de conteúdos incluindo, por

exemplo, a ‘estória científica’, aspectos procedimentais, questões organizacionais e de disciplina e manejo de classe. Cada um desses aspectos é importante para o trabalho do professor, mas nesta pesquisa nos restringimos aos conteúdos relacionados à ‘estória científica’ que foi construída na sala de aula.

Tomando por base a distinção entre descrição, explicação e generalização, Mortimer e Scott (2002) estruturaram a análise do conteúdo do discurso da sala de aula em termos de categorias:

Descrição: envolve enunciados que se referem a um sistema, objeto ou fenômeno, em termos de seus constituintes ou dos deslocamentos espaço temporais desses constituintes.

Explicação: envolve importar algum modelo teórico ou mecanismo para se referir a um fenômeno ou sistema específico.

Generalização: envolve elaborar descrições ou explicações que são independentes de um contexto específico.

Abordagem Comunicativa

Para Mortimer e Scott (2002), o conceito de ‘abordagem comunicativa’ é central na estrutura analítica, fornecendo a perspectiva sobre como o professor trabalha as intenções e o conteúdo do ensino por meio das diferentes intervenções pedagógicas que resultam em diferentes padrões de interação. Eles identificaram quatro classes de abordagem comunicativa, que são definidas por meio da caracterização do discurso entre professor e alunos ou entre alunos em termos de duas dimensões: discurso dialógico ou de autoridade; discurso interativo ou não-interativo.

Conforme os referidos autores, quando um professor interage com os estudantes numa sala de aula de Ciências, a natureza das intervenções pode ser caracterizada em termos de dois extremos. No primeiro deles, o professor considera o que o estudante tem a dizer do ponto de vista do próprio estudante; mais de uma ‘voz’ é

considerada e há uma interanimação de ideias. Este primeiro tipo de interação constitui uma abordagem comunicativa dialógica. No segundo extremo, o professor considera o que o estudante tem a dizer apenas do ponto de vista do discurso científico escolar que está sendo construído. Este segundo tipo de interação constitui uma abordagem comunicativa de autoridade, na qual apenas uma 'voz' é ouvida e não há interanimação de ideias.

Ressaltam ainda que, na prática, qualquer interação, provavelmente, contém aspectos de ambas as funções, dialógica e de autoridade e que uma característica importante da distinção entre as abordagens dialógica e de autoridade é que uma sequência discursiva pode ser identificada como dialógica ou de autoridade independentemente de ter sido enunciada por um único indivíduo ou interativamente. Para os autores, essas duas dimensões podem ser combinadas para gerar quatro classes de abordagem comunicativa:

1. ***Interativo/dialógico***: professor e estudantes exploram ideias, formulam perguntas autênticas e oferecem, consideram e trabalham diferentes pontos de vista.
2. Não-interativo/dialógico: professor reconsidera, na sua fala, vários pontos de vista destacando similaridades e diferenças.
3. ***Interativo/de autoridade***: professor geralmente conduz os estudantes por meio de uma sequência de perguntas e respostas, com o objetivo de chegar a um ponto de vista específico.
4. Não-interativo/ de autoridade: professor apresenta um ponto de vista específico.

Destacam ainda que, embora cada uma dessas quatro classes esteja relacionada ao papel do professor ao conduzir o discurso na classe, elas são igualmente aplicáveis para caracterizar as interações que ocorrem apenas entre estudantes nos pequenos grupos (MORTIMER; SCOTT, 2002).

Padrões de Interação

Para os autores, o quarto aspecto para a análise específica padrões de interação que emergem na medida em que professor e alunos alternam turnos de fala na sala de aula. Destacam que o mais comum são as tríades **I-R-A** (Iniciação do professor, Resposta do aluno, Avaliação do professor), mas outros padrões também podem ser observados. Por exemplo, em algumas interações o professor apenas sustenta a elaboração de um enunciado pelo aluno, por meio de intervenções curtas que muitas vezes repetem parte do que o aluno acabou de falar, ou fornecem um feedback para que o estudante elabore um pouco essa fala. Essas interações geram cadeias de turnos não triádicas do tipo **I-R-P-R-P...** ou **I-R-F-R-F...** em que **P** significa uma ação discursiva de permitir o prosseguimento da fala do aluno e **F** um *feedback* para que o aluno elabore um pouco mais sua fala (MORTIMER; SCOTT, 2002).

As intervenções do professor

O quinto aspecto da análise se refere às formas de intervenções pedagógicas do professor e baseia-se no esquema sugerido por Scott (1998), no artigo “Teacher talk and meaning making in science classrooms: A Vygotskian analysis and review”, no qual seis formas de intervenção pedagógica foram identificadas:

1. **Dando forma aos significados:** - introduz um termo novo; parafraseia uma resposta do estudante; mostra a diferença entre dois significados;
2. **Selecionando significados:** considera a resposta do estudante na sua fala; ignora a resposta de um estudante;
3. **Marcando significados chaves:** - repete um enunciado; pede ao estudante que repita um enunciado; estabelece sequência I-R-A com um estudante para confirmar uma

- ideia; usa um tom de voz particular para realçar certas partes do enunciado;
4. **Compartilhando significados:** repete a ideia de um estudante para toda a classe; pede a um estudante que repita um enunciado para a classe; compartilha resultados dos diferentes grupos com toda a classe; pede aos estudantes que organizem suas ideias ou dados de experimentos para relatarem para toda a classe;
 5. **Checando o entendimento dos estudantes:** pede a um estudante que explique melhor sua ideia; solicita aos estudantes que escrevam suas explicações; verifica se há consenso da classe sobre determinados significados;
 6. **Revedo o progresso da 'estória científica:** - sintetiza os resultados de um experimento particular; recapitula as atividades de uma aula anterior; revê o progresso no desenvolvimento da estória científica até então.

Na seção seguinte, apresentamos a análise e a interpretação dos dados obtidos em relação aos processos interativos investigados no ambiente social de sala de aula de Física, entre professor e alunos, bem como entre alunos, mediados pelo uso de atividades experimentais de demonstração interativa.

Episódio de ensino/aprendizagem 1

O episódio aqui analisado⁴ foi escolhido por sua relevância no desenvolvimento da sequência de ensino e por acreditarmos que seja o melhor parâmetro para explicitar a produção de signi-

4 Optamos por dividir o episódio em duas partes. Na primeira parte, os alunos emitem opiniões a respeito da interpretação que estão fazendo sobre o que ocasionou a ebulição da água dentro da seringa. Enquanto que na segunda parte, eles extrapolam as descrições do experimento.

ficados que emergem a partir do uso de atividades experimentais compartilhadas. Trata-se de um episódio que ocorreu no segundo momento da primeira aula, após a professora realizar a demonstração de um experimento que tinha o objetivo de mostrar que a temperatura de ebulição da água também dependia da pressão.

Após ter coletado, com uma seringa comum de injeção, água quente, a professora tampou o bico da seringa com o dedo para impedir a entrada de ar e, ao puxar o êmbolo até a extremidade da seringa, procurou mostrar aos estudantes, passando de carteira em carteira, que a água entrava em ebulição.

1ª Parte: Interpretando a ebulição da água a uma temperatura inferior a 100°C

A professora começou o episódio instigando os alunos a descreverem os procedimentos do experimento e a externarem livremente suas ideias sobre o que fez a água entrar em ebulição.

1. **Professora:** *Vamos ver se vocês entenderam quais foram os procedimentos. Quais foram?*
2. **Marta:** *Esquentou água, não ferveu não. Colocou dentro da seringa e puxou com o dedo.*
3. **Paloma:** *Aí aumentou a pressão e a água entrou em ebulição.*
4. **Professora:** *Foi isso mesmo que aconteceu?*
5. **Alunos:** *Foi.*
6. **Professora:** *O que isso tem a ver com que nós estamos estudando?* [A professora dá um tempo e os alunos discutem entre si]
7. **Paloma:** *Quando tampou a panela a água entrou em ebulição.* [Referindo-se aos textos anteriormente trabalhados]
8. **Professora:** *E na experiência o que foi que eu fiz?*

9. **Paloma:** *Quando puxou assim [gesticulando com as mãos]. Num aumentou a pressão? Daí a temperatura de ebulição também aumentou.*
10. **Professora:** *Foi isso?*
11. **Luiz:** *Quando a pressão diminuiu, aí o ponto de ebulição da água diminuiu também. Por isso a água entrou em ebulição dentro da seringa.*
12. **Professora:** *Luiz acha que quando eu fiz isso ó, diminuiu a pressão. [Refaz a experiência] O que aconteceu com a temperatura?*
13. **Luiz:** *O ponto de ebulição da água diminuiu. Diminuiu não, aumentou. [Mostrou-se bastante indeciso]*
14. **Professora:** *Então, quer dizer que quando a pressão diminui a temperatura de ebulição aumenta? [Dirigindo-se pra toda a turma]*
15. **Paloma:** *Num aumentou a pressão? Ou não?*
16. **Professora:** *Aumentou ou não aumentou? [Dirigindo-se a turma que se encontra discutindo o problema]*
17. **Paloma:** *Aumentou ou diminuiu professora? Diga logo!*
18. **Professora:** *É isso que eu quero que vocês observem e a gente discuta.*
19. **Paloma:** *Oh Andrei! Aumentou ou diminuiu?*
20. **Professora:** *Não! O que é que Paloma acha?*
21. **Paloma:** *Eu acho que aumentou a pressão e a água entrou em ebulição.*
22. **Andrei:** *Quando puxou assim, a pressão não aumentou. Diminuiu.*
23. **Professora:** *Vocês estão observando o que aqui? [Repete os procedimentos do experimento de modo que fique claro para todos os alunos]*
24. **Alunos:** *Bolhas.*
25. **Professora:** *E essas bolhas é uma evidência de quê?*
26. **Luiz:** *Que diminuiu a pressão e a água entrou em ebulição. Entendo assim.*

27. **Professora:** *Olha aqui! Tem ar misturado com a água?*
[Referindo-se a água que estava dentro do béquer]
28. **Alunos:** *Tem.*
29. **Professora:** *Mas não tem bolhinhas. As bolhinhas só apareceram quando eu coletei a água e puxei o êmbolo.*

Ao questionar os alunos sobre o funcionamento do experimento, turno 1, o que levou a aluna Marta, turno 2, a demonstrar ter compreendido os procedimentos realizados, a professora revelou sua preocupação em assegurar que os alunos estejam atentos, apoiados em referências empíricas, e encaminhá-los ao objetivo da atividade.

Nos turnos 4, 6 e 8 a professora buscou identificar concepções espontâneas ou explicações prévias por parte dos alunos, objetivando, assim, estabelecer uma definição de situação⁵ de forma mais precisa e orientar a sua observação com maior eficiência. A percepção pelo professor dos sentidos que transitam em sala de aula, por sua vez, depende das oportunidades oferecidas para que os alunos se manifestem e da atenção do professor às mesmas. A interação verbal, entre alunos e entre professor e alunos, tem sido tomada como indicadora dessas elaborações envolvidas na construção do conhecimento (MORTIMER; SCOTT, 2002).

Paloma, turnos 3 e 9, procura descrever por que a água entra em ebulição dentro da seringa. Divergindo das colocações de Paloma, Luiz, turno 11, demonstra entender que a diminuição de pressão ocasiona uma redução na temperatura de ebulição da água. Ao acolher as ideias dos alunos, turno 4, a professora desencadeia outras perguntas, turnos 6 e 8. A atitude da professora, ao elucidar as questões levantadas pelos alunos e as devolver em

5 Forma como cada um dos participantes entende a tarefa que, dentro do contexto da interação, deve ser a mesma. Maiores detalhes podem ser encontrados em “Estudo dos processos interativos em aulas de Física: uma abordagem segundo a teoria de Vigotski” (MONTEIRO, 2006, p. 54).

forma de pergunta, evidencia sua preocupação em ouvir o que os alunos têm a dizer e aproveitar suas falas para estabelecer uma relação dialógica. Seus procedimentos nos turnos 12 e 14 são exemplos disso.

Assim como a maioria dos alunos, turno 5, Paloma, mostrou dificuldade conceitual quanto à grandeza pressão. Ela não havia percebido que ao puxar o êmbolo, a pressão no interior da seringa seria reduzida. Este fato foi detectado, pela professora, na aula seguinte, em que os alunos reunidos em pequenos grupos, debatiam sobre possíveis respostas de um exercício, contido no livro didático, relacionado ao conteúdo que estava sendo trabalhado.

Após observar Paloma reenunciar seu ponto de vista sobre o que fez a água entrar em ebulição dentro da seringa, turno 21, e ser contestada por Andrei, turno 22, a professora resolve repetir a demonstração do experimento e dar continuidade as discussões, turno 23. O propósito da professora é promover novas questões, no intuito de auxiliar os alunos a organizarem suas ideias. Através de um discurso elicitativo, ela aproveita a resposta obtida, turno 24, para desencadear outras perguntas, turnos 25 e 27, implicando numa resposta de Luiz, que se mostra convicto de sua concepção, turno 26, e de respostas de iniciativas coletivas, tornando evidente que a turma está interessada na solução do problema, turnos 24 e 28.

Com exceção dos turnos 18 e 29, todas às vezes a professora se pronunciou fazendo perguntas aos alunos. Ao explorar as ideias dos estudantes, as perguntas podem funcionar como recursos que ajudam a desvendar concepções dos alunos, buscando fazer com que eles expliquem melhor seu ponto de vista, (AGUIAR JUNIOR; MORTIMER, 2006).

Outro aspecto que se deve ressaltar é o tempo de espera dado aos alunos pela professora. Em algumas ocasiões, o aluno, ansioso pela resposta direta e clara da professora, mostra-se impaciente, turno 17, ou recorre a um colega, turno 19. Mas, com a intenção de incentivar os alunos a refletirem mais sobre a pergunta e expressar suas respostas a professora espera.

Verificamos que o conteúdo do discurso foi focalizado na descrição sobre as causas do fenômeno, pois a professora buscou incentivar os alunos a emitirem suas opiniões, mesmo que às vezes equivocadas, sobre o que fez a água entrar em ebulição dentro da seringa. Assim, ela teve a oportunidade de elicitare e explorar as visões e entendimentos dos alunos sobre ideias e fenômenos específicos (MORTIMER; SCOTT, 2002). De acordo com os princípios vygotskyanos, dessa forma, puderam-se identificar os níveis de desenvolvimento real e potencial do aluno, e assim guiá-lo ao seu nível máximo de desenvolvimento cognitivo.

A atitude da professora em promover o debate livre no ambiente social de sala de aula, em que as ideias dos alunos são acolhidas e, em seguida, dispostas para discussões com o restante da turma, torna evidente que suas intenções estão direcionadas no sentido de verificar o entendimento dos alunos, a partir de uma abordagem comunicativa interativa e predominantemente dialógica. Conforme os enunciados dos alunos, fica claro que eles usaram seus conhecimentos cotidianos ou espontâneos, na tentativa de obter respostas para a atividade sugerida.

As questões propostas pelos alunos conduziram a professora a manter a narrativa entre eles. Ela formula novas perguntas, obrigando-os a reformular seus enunciados e a tornar explícitas suas ideias. Entendemos que, dessa forma, foi posto em ação um padrão de interação em que ela agiu fornecendo *feedback* (-F-), solicitando uma elaboração adicional de forma que o aluno desenvolva seu ponto de vista, o que resultou em cadeias de interações do tipo I-R-F-R-F... (MORTIMER; SCOTT, 2002).

2ª Parte: Extrapolando as descrições do experimento

Nessa segunda parte do episódio, constatamos uma mudança na postura dos alunos, pois tiveram a iniciativa de extrapolar as descrições do experimento. Acreditamos que este comportamento tenha sido motivado pela forma como foi inserida a atividade

prática. Com um objetivo claro e definido, ela proporcionou um envolvimento dos alunos na busca pela resolução de um problema.

30. **Laura:** *Isso acontece com a água “fria”?* [A pergunta tem um tom de admiração]
31. **Professora:** *Será que acontece com a água fria? O que vocês acham? Quem quer vir fazer?* [Alunos discutem o problema]
32. **Laura:** *Deixa eu fazer aqui!*
33. **Professora:** *Laura está curiosa pra saber se ocorre com água fria ou não.* [A professora dirige-se a Laura e entrega a seringa com água à temperatura ambiente]
34. **Laura:** *Não. Não ferveu!* [Após realizar a experiência sob a expectativa do restante da turma]
35. **Alunos:** *Risos.* [Muita conversa entre os alunos sobre o assunto]
36. **Professora:** *O que isso indica pessoal?*
37. **Sara:** *Que a água tem que estar a uma certa temperatura para surgir as bolhinhas.*
38. **Paloma:** *Se não tem a influência do calor, quando diminuiu a pressão a temperatura continuou a mesma.*
39. **Professora:** *Quer dizer que a água neste estado natural não tem calor?*
40. **Paloma:** *Ela tem calor específico. Mais eu acho que o calor não aumenta.*
41. **Nilton:** *Ela pode ter aumentado a temperatura, mas não é o suficiente para ela entrar em ebulição.*
42. **Professora:** *Alguém mais observou alguma coisa ou quer vir fazer o tira teima?*
43. **Laura:** *Oh professora! Coloca a seringa, sem botar o dedo, com água quente para cima, aí puxa.*
44. **Professora:** *Você verifique.* [Dirige-se a Laura e entrega a seringa com água quente]

45. **Laura:** *Não vai acontecer nada. Tá vendo?* [A aluna realiza tal procedimento e constata que a água não entrou em ebulição]
46. **Professora:** *O que vocês observaram?*
47. **Laura:** *Nada. Normal.*
48. **Nilton:** *É. A pressão não mudou.*
49. **Marta:** *Porque quando ela puxou entrou o vento. Não fez de novo as bolhinhas.*
50. **Sara:** *Professora como é o nome daquele negócio que tira o leite do peito da mulher quando a criança não está conseguindo pegar. Num é a mesma coisa da pressão na seringa?*
51. **Professora:** *O sugador. Alguém sabe como é que ele funciona?*
52. **Paloma:** *É como uma bombinha. Mas eu acho que a temperatura num muda não.*
53. **Professora:** *Não. Mas ela está só relacionando a pressão.*
54. **Sara:** *Da vaca é do mesmo jeito. Num tem aquele negócio pra tirar o leite.*
55. **Professora:** *E vocês aí o que têm a dizer?*
56. **Luiz:** *Com relação a quê?*
57. **Professora:** *Com relação ao experimento.*
58. **Luiz:** *Eu tenho uma pergunta: Se dentro da seringa colocasse a água quente e gelo e puxasse. O gelo ia derreter mais rápido?* [Alunos ficaram inquietos, demonstrando não entender a pergunta do colega]
59. **Professora:** *Por favor! Repita Luiz.*
60. **Luiz:** *Eu quero saber se o gelo dentro da seringa com água quente derrete mais rápido com pressão ou sem pressão?*
61. **Professora:** *O que vocês acham?*
62. **Paloma:** *Com pressão. Por que quando a pessoa bota o gelo na mão, num instante ele derrete.* [Simulando que tem uma pedra de gelo, fecha a mão]
63. **Professora:** *Sim! Mas por que isso acontece?*

64. **Paloma:** *Porque quando fecha a mão a pressão faz com que a temperatura também diminua. Aí, o gelo derrete mais rápido.*
65. **Professora:** *Vocês concordam com a colocação de Paloma?*
66. **Alunos:** *Ah, hã!*

A primeira intervenção da professora, nessa segunda parte do episódio, ocorre após uma generalização empírica, ocasionada por uma questão levantada por Laura (turno 30 – iniciação do aluno). Com entonação, a professora compartilha a indagação com o restante da turma e aproveita a oportunidade para sugerir que a aluna realize a atividade, turno 31. No turno 32, a aluna mostrou-se motivada para encontrar respostas a partir da própria ação. Nesse momento, os demais alunos ficaram atentos para verificar o que iria acontecer. Conforme o enunciado da aluna, turno 34, foi constatado que a água não ferveu.

Entendemos que o propósito da professora foi no sentido de incentivar a aluna a buscar a confirmação de sua hipótese por meio do manejo do experimento. Tal procedimento poderá contribuir para que os alunos despertem para a “veracidade” da prática, dos resultados obtidos, assim como, as limitações do instrumento, questionado em momentos posteriores.

No turno 36, a professora levou os alunos a entenderem que, somente em condições especiais a água entra em ebulição sem alterar a temperatura. Isso ficou evidente na conclusão de Sara, turno 37.

A professora possibilitou que a aluna tivesse contato com o material do experimento e passasse a agir sobre ele, novamente, turno 44. Fica clara, então, sua intenção de fazer com que os alunos coloquem em prática suas ideias, turno, 42. Nesse caso, como destaca Coelho, Nunes e Wiehe (2008, p. 18) a própria ação é fonte de conhecimento e, ao realizar os experimentos e fazê-los funcionar, o conhecimento é aplicado numa situação real,

favorecendo uma contextualização dos conceitos e uma efetiva aprendizagem.

Ao constatar o resultado obtido pela aluna, a professora, atendendo a uma necessidade do problema, que é a influência do ar, faz uma pergunta direta, turno 46. Sua intenção está, também, no sentido de dar prosseguimento ao fluxo do discurso, buscando, assim, identificar a opinião dos alunos que se mostraram atentos durante a ação da colega. Nos turnos 47, 48 e 49 verifica-se uma cadeia interativa em que um deles complementa a ideia do outro, demonstrando assim o interesse dos alunos.

Paloma, turno 52, ao expor seu ponto de vista, tentando responder a questão levantada pela colega, mostra ainda desconhecer que, ao reduzir a pressão, a água entrará em ebulição a uma temperatura menor. Ou seja, ela não percebe que, assim como o leite, a água dentro da seringa tem seu estado térmico praticamente inalterado.

No turno 57, verifica-se a postura de autoridade da professora, ao realizar uma abordagem solicitando que os alunos voltem a discutir sobre o experimento. É uma atitude inteligível, uma vez que sua intenção foi de retornar ao objetivo da aula.

Uma característica interessante desse episódio, que mostra o potencial das atividades experimentais como estratégia de ensino que proporciona interesse, engajamento e desenvolvimento da capacidade de reflexão dos alunos, é a participação dos alunos realizando perguntas que extrapolaram as descrições do fenômeno, turnos 30, 43, 50 e 58. Já no turno 62, a aluna extrapola utilizando outra situação para tentar explicar a pergunta do colega. Por outro lado, a professora acata as perguntas e as socializa com a turma. Os turnos 31, 61 e 63 revelam isso.

O que não nos surpreende devido à forma como a professora vem conduzindo a aula. Na resposta à pergunta 19, na entrevista que ela nos concedeu, ressaltou que as atividades experimentais “devem ser planejadas de modo a garantir a construção do

conhecimento pelo aluno e a desenvolver sua curiosidade e hábito de sempre questionar”. Ela valoriza o questionamento por parte dos alunos, motivando-os a manifestarem suas ideias com liberdade, proporcionando oportunidades para investigarem questões de seu interesse durante o desenvolvimento das atividades experimentais. Os turnos 31, 42, 51 e 63 é uma prova disso. Para participar da construção da Ciência, o aluno deve “ter a possibilidade de debater a validação do experimento e dos resultados experimentais” (SÉRÉ; COELHO; NUNES, 2003, p. 40).

Salientamos que, no intuito de evitarmos interpretações equivocadas, de nossa parte, a respeito de termos ou expressões pronunciadas em sala de aula, pela professora ou por algum aluno, sempre que julgávamos necessário, recorriamos ao autor do enunciado, para tirarmos nossa dúvida. Conforme citamos anteriormente, tivemos a preocupação de situar o contexto no qual as palavras foram ditas. Uma prova disso ocorreu quando a professora perguntou se a água no seu estado natural não possuía calor, turno 39. Dando a entender que há possibilidade do calor ser uma grandeza que pode estar contida nos corpos. Ela nos informou, posteriormente, que sua intenção foi de elicitare a ideia da aluna, turno 38, aproveitando o ensejo para perguntar se a água naquelas condições “*não tem a influência do calor*”. Entendemos que esse fato despertou Paloma a mencionar a grandeza física calor específico, turno 40. Contudo, ela foi empregada numa concepção diferente daquela cientificamente aceita, estando mais próxima do senso comum. Ao consultar, posteriormente, a aluna, ela nos declarou que entende por calor⁶, “uma energia que está

6 Calor é sempre uma energia em trânsito que ocorre em virtude de uma diferença de temperatura. Não existe nenhuma “variação ou quantidade de calor contida em um corpo”. O termo calor específico não é muito apropriado porque ele pode sugerir a ideia errada de que um corpo possui calor. Maiores detalhes, ver Young e Freedman (2003, p. 113).

sendo trocada entre os corpos”. Já calor específico⁷ para ela é “um calor que está armazenado no corpo”. Supomos que a professora não agiu, no sentido de questionar essa concepção equivocada, temendo que o diálogo tomasse outro rumo.

Conforme a lógica de conhecimento espontâneo que informa o ponto de vista de Paloma, turno 38, nos faz entender que se trata de um raciocínio que encontra suporte em outras premissas de senso comum tais como a ideia de que para a temperatura mudar, é imprescindível a influência do calor, apesar da diminuição da pressão. É uma lógica que contraria a ideia científica de que a redução da pressão acarreta uma redução na temperatura de ebulição da água.

Com relação à ocorrência de negociação de significados entendemos que ficou evidente, nesse episódio, proporcionado pela iniciativa da professora ao permitir momentos interativos entre os protagonistas do processo ensino-aprendizagem. Foram propostos situações-problema diante das necessidades que emergiram e foram estimuladas durante a aula, por meio de objetivos claros e definidos, motivando os alunos e levando-os à reflexão e ao desenvolvimento do pensamento generalizante (VYGOTSKY, 2009).

As intenções da professora estão no sentido de disponibilizar comentários sobre o progresso realizado até o momento e, também, dar apoio aos alunos para que eles, ao extrapolar as

7 Usamos o símbolo Q para quantidade de calor. Quando associada com uma diferença de temperatura infinitesimal dT , chamamos essa quantidade de dQ . Verifica-se que a quantidade de calor Q para elevar a temperatura da massa m de um material de T_1 até T_2 é aproximadamente proporcional à diferença de temperatura $\Delta T = T_2 - T_1$. Ela é também proporcional a massa m . Podemos escrever $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$. (calor para mudar a temperatura de um corpo de massa m), ao usarmos as relações mencionadas. Daí, $dQ = m \cdot c \cdot dT$ ou $c = dQ / m \cdot dT$ em que a grandeza c , que possui valores diferentes para cada tipo de material, é denominada calor específico do material ou capacidade calorífica específica. Maiores detalhes, ver Young e Freedman (2003, p. 113).

descrições do experimento, testem possibilidades e produzam significados individuais, internalizando ideias. A perspectiva é de que os alunos avancem na explicação sobre o fenômeno.

Verificamos também que, numa abordagem comunicativa interativa dialógica, a professora, estrutura sua fala a partir das ideias dos alunos e encaminha-os por meio de perguntas. Nesse sentido, ela realizou intervenções no intuito de identificar os significados que os alunos possuem de situações específicas durante a atividade. Observamos que ela priorizou o diálogo, estimulou e buscou a manifestação dos alunos (GASPAR; MONTEIRO, I.; MONTEIRO, C., 2004). Interpretamos que, ao optar por um padrão de interação *I-R-F* (Iniciação do professor, Resposta do aluno, *Feedback*), ela teve como propósito facilitar a exposição, compartilhamento e organização de dados fundamentais para resolução do problema.

Assumindo tal comportamento, a professora pode verificar os níveis de desenvolvimento real e potencial do aluno. Provavelmente, é possível observar o movimento que as funções psíquicas superiores estão realizando e identificar como orientá-lo para que a aprendizagem seja internalizada, completando o processo do interpessoal para o intrapessoal (VYGOTSKY, 2008).

Ao final da aula, ela atribuiu aos alunos a responsabilidade do planejamento, elaboração e apresentação de atividades experimentais, a serem desenvolvidas na terceira aula da sequência de ensino. Nesse sentido, foi facultada aos alunos a iniciativa de se organizarem em grupos, escolherem o experimento que de fato atenda às suas necessidades, interesses e expectativas. Desde que seja compatível com o conteúdo que está sendo trabalhado. Entendemos que a intenção dela é no sentido de permitir o predomínio das ações dos alunos, com espaço aberto para discussões e construção de novas ideias, trabalho cooperativo e relações simétricas, conforme veremos a seguir nos episódios 2, 3 e 4.

Considerações finais

A busca por melhorias no ensino de Física, procurando torná-lo mais eficaz, foi a principal causa que nos conduziu à realização deste trabalho. A escolha deste estudo ocorreu em virtude de acreditarmos na aplicação de atividades experimentais como desencadeadoras da motivação e como estratégia de ensino para inserção, desenvolvimento e aprofundamento de conteúdos físicos.

Pelas discussões e análises apresentadas, pudemos inferir que, de fato, as atividades experimentais de demonstração interativa em sala de aula, na perspectiva da teoria sociocultural de Vygotsky, promovem interações aluno-aluno e aluno-professor e favorecem a construção do conhecimento, vitalizando e ressignificando o processo de ensino e aprendizagem. Para tanto foi fundamental a ação consciente e planejada da professora, ao focar o seu trabalho em atividades investigativas que permitiram o levantamento de hipóteses, discussões e testes acerca da realidade. Comportamento que, naturalmente favoreceu o desenvolvimento de ZDPs e contribuiu para que os alunos estabelecessem relações entre o mundo real e o mundo dos conceitos e símbolos.

Com a intenção de tornar a sala de aula um espaço de construção coletiva do conhecimento, onde cada aluno, com sua bagagem sociocultural, é autor e colaborador, a professora efetivou uma estratégia de ensino voltada para os sentidos produzidos pelo discurso que acompanha a ação em torno das atividades experimentais em sala de aula. Isso se tornou evidente a partir da descrição do que os alunos observaram na interação com o seu experimento e na relação que estabeleceram com os experimentos demonstrados por seus pares e pela docente

Ao permitir aos alunos expressarem seus significados, a fim de atingirem a negociação e o consenso, a professora considerou que a formação do aluno não ocorre isoladamente, mas através

do entrelaçamento entre as significações criadas nas relações dele com o seu meio físico e social, numa dinâmica muito apropriada ao sociointeracionismo vygotskyano. Referencial teórico fundamental para o desenvolvimento desta pesquisa.

Outro aspecto importante para o desenvolvimento desta investigação foi a utilização de uma ferramenta de análise bastante adequada aos nossos objetivos e ao referencial teórico escolhido. Com o auxílio dessa ferramenta, pudemos observar uma presença maior da abordagem comunicativa interativa dialógica do primeiro ao quinto episódio de ensino/aprendizagem examinado. No intuito de investigar possíveis relações conceituais que os alunos possuem e conduzi-los em direção às explicações teóricas desejadas, a professora assumiu uma postura de parceira na construção do conhecimento. Em vez de apenas avaliá-los, posicionando-se como alguém que está a espera de uma ‘resposta certa’, ela se colocou ao lado deles na busca pelo entendimento das atividades experimentais demonstrativas. Nesse sentido, permitiu que os alunos explicitassem ideias de natureza empírica e descritiva sobre a influência da pressão na temperatura de fusão e na temperatura de ebulição da água.

Referências

AGUIAR JÚNIOR, O.; MORTIMER, E. F. Tomada de Consciência de Conflitos: Análise da Atividade Discursiva em uma Aula de Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 179 - 207, jul. 2005. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ensino/vol10/n2/v10_n2_a3.htm. Acesso em 07abr. 2010.

AGUIAR JÚNIOR, O.; MORTIMER, E.; SCOTT, P. H. As perguntas dos estudantes e seus desdobramentos no discurso das salas de aula de ciências. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 10., 2006, Londrina. **Anais...** Londrina: SBF, 2006.

Alves, V. F. **A inserção de atividades experimentais no ensino de física em nível médio:** em busca de melhores resultados de aprendizagem. 2006. 133f. Dissertação (Mestrado em Ensino) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

ALVES FILHO, J. P. **Atividades experimentais:** do método à prática construtivista. 2000. 302f. Tese. (Doutorado em Educação) – Centro de Ciências da Educação, Florianópolis-SC, 2000.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Santa Catarina, v. 19, n. 3, p. 291-313, dez. 2002. Disponível em: http://moodle.stoa.usp.br/file.php/422/leituras/Borges_2002.pdf. Acesso em 13 abr. 2010

CARVALHO, A. M. Metodologia de pesquisa em ensino de física: uma proposta para estudar os processos de ensino e aprendizagem. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., 2004, Jaboticatubas, MG. **Anais...** Jaboticatubas, MG: Sociedade Brasileira de Física, 2004.

COELHO, S. M.; NUNES, A. D.; WIEHE, L. C. N. Formação continuada de professores numa visão construtivista: contextos didáticos, estratégias e formas de aprendizagem no ensino experimental de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Florianópolis, v. 25, n. 1, p. 7-34, abr. 2008.

COUTO, F. P. **Atividades experimentais em aulas de física:** repercussões na motivação dos estudantes, na dialogia e nos processos de modelagem. 2009. 155f. Dissertação (Mestrado em Educação e Ciências) – Faculdade de Educação UFMG, Belo Horizonte, 2009.

FERREIRA, N. C. **Proposta de laboratório para a escola brasileira:** um ensaio sobre a instrumentação no ensino de Física. 1978.

128f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). IFUSP/FEUSP, São Paulo, 1978.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. C.; Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 227 - 254, 2005.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. C.; MONTEIRO, M. A. A. Atividades experimentais de demonstração e o discurso do professor no ensino de Física. In: ENPEC, 4., 2004, Bauru. **Anais...** Bauru: ABRAPEC, 2004.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

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

LABURÚ, C. E.; BARROS, M. A.; KANBACH, B. G. A relação com o saber profissional do professor de Física e o fracasso da implementação de atividades experimentais no ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, v. 12, n. 3, p. 305 - 320. 2007.

MONTEIRO, M. A. A.; TEIXEIRA, O. P. B. Uma análise das interações dialógicas em aulas de Ciências nas séries iniciais do Ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, v. 9, n. 3, p. 243 - 263, 2004.

MOREIRA, M. A.; CABALLERO, C.; NEVES, M. S. Repensando o papel do trabalho experimental, na aprendizagem da

Física, em sala de aula: um estudo exploratório. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 383 - 401, 2006.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. In: **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 283 - 306, 2002.

OLIVEIRA, M. K. **LEV Vygotsky**. Coleção Grandes Pensadores. Produção e distribuição: CEDIC. Produção: Atta Mídia e Educação. 2006. Brasil (45 minutos).

REGO, T. C. **Vygotsky**: uma perspectiva histórico-cultural da educação. 19ª ed. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2008.

SCOTT, P. Teacher talk and meaning making in science classrooms: A Vygotskian analysis and review. **Studies in Science Education**. Londres, v. 32, p. 45 - 80, 1998.

SÉRÉ, M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. O papel da experimentação no ensino da Física. **Caderno Brasileiro Ensino de Física**. Florianópolis, v. 20, n. 1, p. 30 - 42, abr. 2003. Disponível em: <http://stat.contabilidade.periodicos.ufsc.br>. Acesso em 18 mar. 2010.

THOMÁZ, M. F. A Experimentação e a Formação de professores de ciências: uma reflexão. **Caderno Brasileiro Ensino de Física**. Florianópolis, v. 17, n. 3: p. 360 - 369, dez. 2000.

VENTURA, M. M. O Estudo de Caso como Modalidade de Pesquisa. **Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado do Rio de Janeiro (SOCERJ)**. Rio de Janeiro, v. 20, n. 5, p. 383 - 386, set./out. 2007.

VYGOTSKY, L. S. **A construção do Pensamento e da Linguagem.** São Paulo: Martins Fontes, 2009.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente.** São Paulo: Martins Fontes, 2008.

YOUNG, H. D.; FREENDMAN, R. A. **Física II:** Termodinâmica e Ondas – Sears e Zemansky, 10 ed. São Paulo: Addison Wesley, 2003. 329p.

11



ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: A PERCEPÇÃO DE ALUNOS DA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS SOBRE A ORGANIZAÇÃO DOS SERES VIVOS

Neirevane Nunes Ferreira de Souza
Hilda Helena Sovierzoski

Introdução

Em um mundo em constante transformação, de acordo com a sua necessidade e criatividade, o homem tem se apropriado de materiais e recursos da natureza e produzido Ciência e Tecnologia. Depara-se diariamente com uma grande carga de informações e de mudanças que chegam através dos jornais, revistas, internet, programas de televisão, rádio e redes sociais.

A velocidade com que as informações, sobre esses avanços científicos e tecnológicos, são difundidas atua diferentemente daquela como os indivíduos conseguem assimilá-las e integrá-las à sua vida. Para que estes sejam capazes de compreender os impactos dessas mudanças no mundo faz-se necessário que tenham uma base mínima de conhecimentos científicos, ou seja, sejam alfabetizados cientificamente. Segundo Chassot (2003),

alfabetização científica “é saber ler a linguagem em que está escrito o mundo”. Freire (1989), em seu artigo sobre a importância da leitura, ressalta a “leitura do mundo”, considerando que a palavra só ganha significado se houver relação com o mundo do indivíduo (FREIRE, 1989):

A leitura do mundo precede a leitura da palavra, daí que a posterior leitura desta não pode prescindir da continuidade da leitura daquele (A palavra que eu digo sai do mundo que estou lendo, mas a palavra que sai do mundo que eu estou lendo vai além dele). (...) Se for capaz de escrever minha palavra estarei, de certa forma transformando o mundo. O ato de ler o mundo implica uma leitura dentro e fora de mim. Implica na relação que eu tenho com esse mundo (FREIRE, 1989).

Mesmo com a massificação da informação pela mídia, a escola tornou-se o espaço onde a grande quantidade de informações se transforma em conhecimento. E esse conhecimento precisa ter significado para a vida do aluno. Porém isso só será possível quando o mesmo for capaz de fazer a leitura do seu mundo. E essa linguagem da Ciência, só pode ser compreendida se os professores proporcionarem a este aluno as ferramentas necessárias, de acesso dentro da escola, às bases do conhecimento científico. Através dessa apropriação e da construção do conhecimento o indivíduo será capaz de avaliar os impactos da Ciência e Tecnologia e poderá interferir sobre a sua realidade, buscando soluções para os problemas atuais, de forma a atender as demandas sociais e de melhorar a qualidade de vida (CHASSOT, 2003).

Entender a ciência nos facilita, também, contribuir para controlar e prever as transformações que ocorrem na natureza. Assim, teremos condições de fazer com que essas transformações sejam propostas, para que conduzam a uma melhor qualidade de vida. Isto é, a intenção é colaborar para que essas transformações que

envolvem o nosso cotidiano sejam conduzidas para que tenhamos melhores condições de vida (CHASSOT, 2003).

O acesso constante às informações passa a ser insuficiente para o indivíduo se tornar cidadão. No entanto, a cidadania é construída quando este consegue compreender o seu mundo através do conhecimento. Portanto faz-se necessário um amplo trabalho de alfabetização científica em toda a Educação Básica, de maneira especial na Educação de Jovens e Adultos, que tem a formação para cidadania como um dos seus pilares.

A Educação de Jovens e Adultos (EJA) é uma modalidade do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, que garante o acesso de jovens e adultos a educação que não tiveram em idade própria. A EJA fundamenta-se no processo de aprendizagem significativa, que parte das experiências e de saberes construídos anteriormente por esses alunos (OEI-MEC, 2003).

Na perspectiva freireana a educação deve tornar a formação ética e conquistar a cidadania, de modo a construir valores e ações transformadoras. Pela educação homens e mulheres passam a intervir de maneira crítica e decisiva no seu meio, transformando a realidade, pois “se a educação sozinha não transforma a sociedade, sem ela tão pouco a sociedade muda” (FREIRE, 1981).

Este trabalho teve como objetivo diagnosticar os conhecimentos prévios de alunos da Educação de Jovens e Adultos, em uma escola municipal de Maceió, sobre a temática célula.

Metodologia

A pesquisa teve como público alvo alunos do Ensino Fundamental, da modalidade de Ensino de Jovens e Adultos (EJA), no município de Maceió, Alagoas. Participaram da pesquisa 37 alunos das turmas de 5ª Fase, na faixa etária de 16 a 23 anos no mês de agosto de 2011. O número de alunos corresponde aos que estavam presentes no dia da realização da pesquisa, e não à totalidade da turma, considerando a falta de frequência dos estudantes.

A metodologia da pesquisa-ação, aqui adotada, foi considerada por Sato e Santos (2003) como aquela em que o pesquisador desempenha um papel ativo em acompanhar e avaliar ações, objetivando transformar a realidade dos fatos observados.

A coleta de dados foi realizada por meio da aplicação de um questionário, composto por 13 questões, sendo três objetivas e dez discursivas, durante a aula de Ciências Naturais, sob a orientação da professora da disciplina. Nesse questionário foram abordados: o conceito de célula, as diferenças entre os tipos de célula, a presença de células nos seres vivos, a classificação das células em relação à presença de núcleo e os conceitos de DNA, clone e alimentos transgênicos (Quadro 1).

Efetuiu-se uma análise qualitativa dos dados obtidos, utilizando a técnica de categorização, descrita por Bardin (2004). As respostas dos alunos aos questionários foram comparadas e divididas em categorias, de acordo com o número de ocorrências. A análise das representações das células teve como base o trabalho de Legey et al. (2012).

De acordo com as respostas às questões objetivas e discursivas, foram elaboradas tabelas, apresentando-se as porcentagens relacionadas às frequências das respostas. Quando necessário foi efetuado arredondamento para duas casas decimais. Os desenhos foram classificados nas seguintes categorias: completo (com detalhamento da estrutura básica da célula: membrana plasmática, citoplasma e núcleo) e incompleto (sem detalhamento).

Resultados

A primeira etapa na disciplina de Ciências para alunos de EJA apresentou como tema a organização básica dos seres vivos, referente à sua estrutura celular. Constou de um questionário de diagnóstico inicial, buscando conhecer os conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema proposto.

Observou-se pouco conhecimento sobre o tema tratado, mesmo com os recursos midiáticos de televisão e rádio, além de conversas com outras pessoas, disponíveis e de acesso livre a qualquer cidadão.

As respostas obtidas na Tabela 1 revelaram um alto grau de desinformação, além de formação científica deficiente, pois os alunos apresentaram grande dificuldade em reconhecer uma célula. A estrutura celular passou a ser um dos temas mais abstratos do ensino de Ciências para os alunos deste segmento do Ensino Fundamental.

Pode-se observar uma tendência em relacionar a célula ao organismo como um todo: “É um ser vivo” ou associando-a aos microrganismos, como bactérias e vírus. Nota-se também o nível de abstração destes alunos utilizando termos equivocados na identificação das células, como: “É uma bolinha que fica dentro do corpo...” ou “São pequenas substâncias que tem no nosso corpo”.

Respostas	N	%
“É uma forma dos organismos”.	1	2,70
“É um ser vivo”.	7	18,93
“São bactérias que vivem corpo humano”.	5	13,52
“É um pequeno microrganismo”.	2	5,40
“É um vírus”.	1	2,70
“É uma bolinha que fica dentro do corpo e que pode causar problema”.	3	8,10
“São pequenas substâncias que tem no nosso corpo”.	1	2,70
Resposta em branco	17	45,95

Tabela 1 - Respostas dos alunos à pergunta: “O que é uma célula”?

Fonte: Dados da pesquisa (2012).

A maior parte dos alunos deixou de responder acerca das diferenças entre a célula animal e a célula vegetal. Aqueles que afirmaram haver diferenças entre estas células sentiram dificuldade em explicar o que as tornam diferentes. Alguns ainda

associaram a diferença com os organismos onde são encontrados: “Animal quando está na gente e vegetal nas plantas” (Tabela 2).

Respostas	N	%
“Não tem diferenças”	1	2,70
“O jeito de se mover não são iguais”.	1	2,70
“Animal quando está na gente e vegetal nas plantas”.	2	5,40
“Porque uma célula animal é um conjunto de animal e uma célula vegetal é um conjunto de plantas”.	3	8,10
“A célula animal é diferente da célula vegetal porque é diferente”.	1	2,70
“A célula animal é unicelular e a vegetal tem mais”.	1	2,70
Resposta em branco.	28	75,70

Tabela 2 - Respostas dos alunos à pergunta: “Quais são as diferenças entre a célula animal e a célula vegetal”?

Fonte: Dados da pesquisa (2012)

Os alunos demonstraram algum conhecimento quanto à questão dos seres vivos apresentarem corpos formados por células, com porcentagem de acerto de 70,27, enquanto as respostas erradas somaram 10,81% (Figura 1). No entanto, pode-se levantar a hipótese de que a maioria dos alunos marcou apenas uma resposta, que foi a primeira alternativa apresentada, desconhecendo o significado da mesma e das demais.

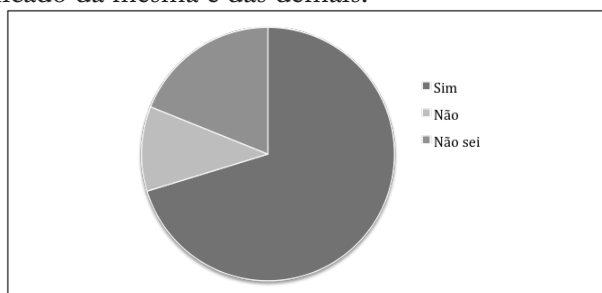


Figura 1 – Respostas dos alunos à pergunta: “Todos os seres vivos possuem célula?”

Fonte: Dados da pesquisa (2012).

Resposta semelhante foi observada para a questão se as células do nosso corpo são iguais, ao que o conhecimento dos alunos mostrou ter ocorrido previamente, pelo fato de que 89,18% das respostas estavam corretas (Figura 2).

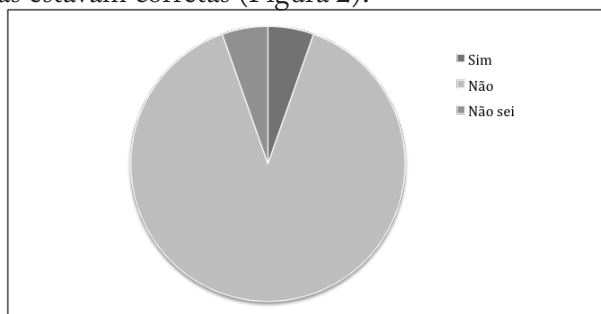


Figura 2 – Respostas dos alunos à pergunta: “Todas as células do nosso corpo são iguais?”

Fonte: Dados da pesquisa (2012).

Na relação entre seres unicelulares e pluricelulares, um pequeno número de alunos acertou a questão relativa a organismos que apresentam apenas uma célula, apenas 21,63%, enquanto a maioria deixou a resposta em branco (Tabela 3).

Respostas	N	%
“Ser que só tem uma célula”.	8	21,63
“É uma coisa que transmite germes”.	1	2,70
“É uma célula”.	2	5,40
“É um ser verdadeiro”.	1	2,70
“Ser que possui clorofila”.	1	2,70
“A célula animal é unicelular e a vegetal tem mais”.	1	2,70
Resposta em branco	23	62,17

Tabela 3 - Respostas dos alunos à pergunta: “O que é um ser unicelular?”

Fonte: Dados da pesquisa (2012).

No entanto, os alunos que responderam corretamente a questão anterior, deixaram de colocar exemplo de seres unicelulares, com 78,40% dos alunos deixando a resposta em branco. Outros poucos colocaram uma resposta que pareceu correta, mas apenas uma destas citou os dois exemplos e entre as demais, uma única estava correta (Tabela 4).

Respostas	N	%
“Água-viva”	2	5,40
“O mosquito”	1	2,70
“Bactérias”	2	5,40
“Uma célula”	1	2,70
“Pessoas e animais”	1	2,70
“Coelho”	1	2,70
Resposta em branco	29	78,40

Tabela 4 - Respostas dos alunos à questão: “Dê dois exemplos de seres unicelulares”

Fonte: Dados da pesquisa (2012).

Da mesma forma, para seres pluricelulares, apenas 21,62% apresentaram conceito correto desses organismos. Verificou-se que a maioria das respostas estava em branco, mostrando falta de conhecimento sobre esse item (Tabela 5).

Respostas	N	%
“Ser que tem várias células”.	8	21,62
“Planta”	4	10,81
“É um germe transmissível”.	1	2,70
Resposta em branco	24	64,87

Tabela 5 - Resposta dos alunos à pergunta: “O que é um ser pluricelular”?

Fonte: Dados da pesquisa (2012)

Para a exemplificação de seres pluricelulares, apenas 8,10% acertaram a resposta. Novamente a maioria dos alunos deixou em branco essa questão (Tabela 6).

Respostas	N	%
“Cobra, gato, cachorro e macaco”.	1	2,70
“Várias células”	2	5,40
“Plantas e seres humanos”	2	5,40
Resposta em branco	32	86,50

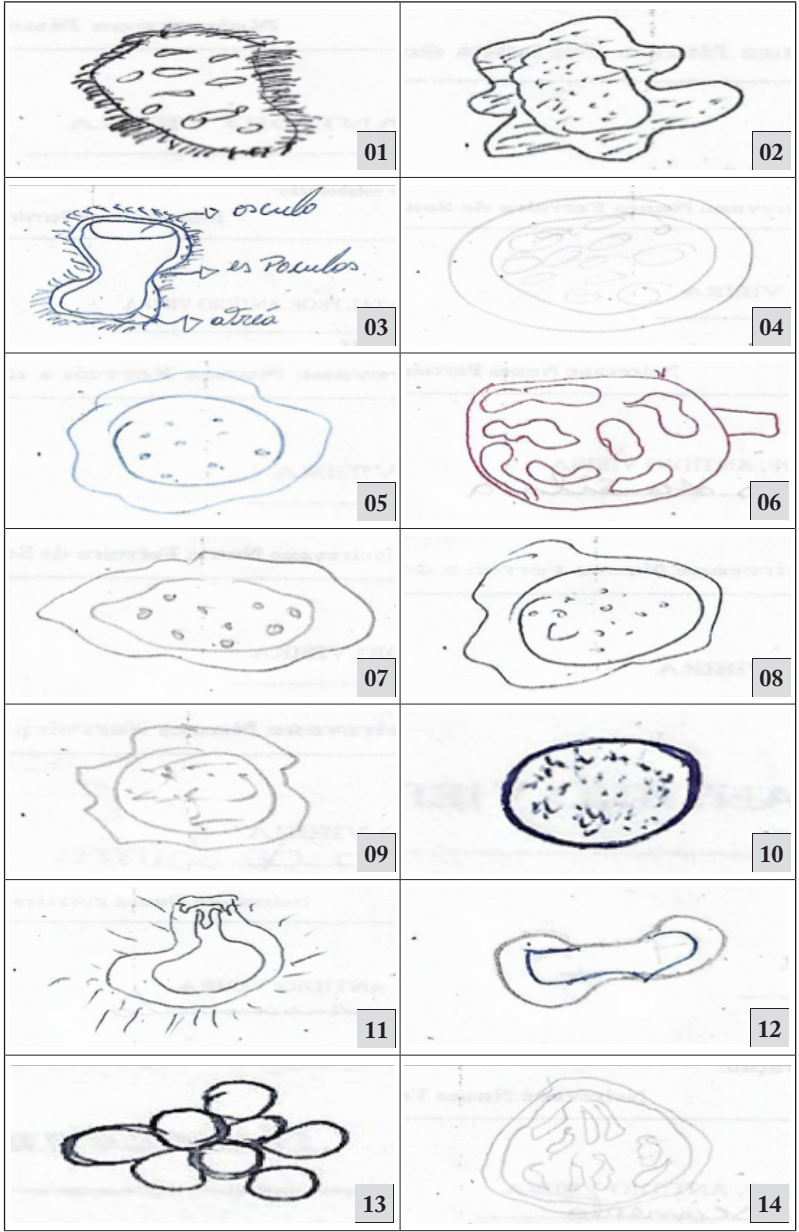
Tabela 6 - Resposta dos alunos à questão: “Dê dois exemplos de seres pluricelulares”.

Fonte: Os autores.

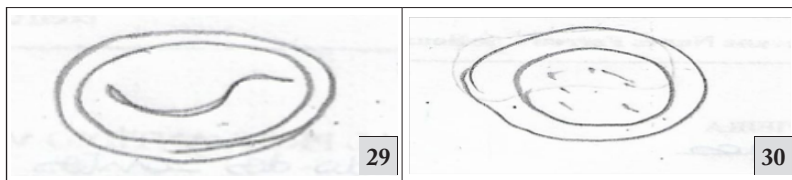
As respostas das Tabelas 3 e 4 estavam relacionadas diretamente com a dificuldade que os alunos apresentaram em conceituar seres unicelulares e exemplificá-los. Ao lado da maioria que deixou a resposta em branco, alguns alunos apontaram como exemplos seres classificados como pluricelulares (“pessoas e animais”).

Possivelmente a falta de instrumento óptico para aulas, como o microscópio óptico, aliada a própria dificuldade de compreensão do significado e do uso desse equipamento, dificultou ainda mais a compreensão desses alunos sobre microrganismos e a diferenciação dos seres vivos quanto ao número de células. Se para os alunos tornou-se difícil o entendimento do conceito-chave, tão pouco poderiam identificar os representantes desses grupos de seres vivos (Tabelas 5 e 6).

Na questão seguinte os alunos apresentaram a representação esquemática da célula (Quadro 1). As representações foram classificadas segundo as seguintes categorias: completo com detalhamento da estrutura básica da célula, incluindo a marcação de membrana plasmática, citoplasma e núcleo e incompleto, sem esse detalhamento.



	<p>Επιφανοζώοιο</p> 
<p>Επιφανοζώοιο</p>	
	
	
	
	
	



Quadro 1 – Representações dos alunos da EJA, ao serem estimulados para esquematizar a célula.

Fonte: Dados da pesquisa (2012).

Nestas representações, agrupadas por categorias na Tabela 7, pode-se observar que o imaginário de célula que esses alunos possuem está relacionado com o contato desses com os livros didáticos. Algumas formas e estruturas celulares desenhadas se aproximavam das quais os estudantes já haviam observado nos livros. Essa influência do livro didático sobre a representação da célula foi analisada por Ferreira *et al* (2013).

Respostas	N	%
Completo	0	0,00
Incompleto	30	81,08
Resposta em branco	7	18,92

Tabela 7 – Avaliação dos desenhos dos alunos sobre a representação da célula

Fonte: Dados da pesquisa (2012)

A maioria da turma deixou de responder a questão, o que evidenciou a limitação em relação aos conceitos sobre célula, sendo que apenas 8,10 % dos alunos conseguiram reconhecer a diferença entre as células, de acordo com a presença e ausência de membrana envolvendo o material genético (Tabela 8).

Respostas	N	%
“A célula eucariota é mais experiente”.	1	2,70
“São diferentes”.	1	2,70
“Eucariota é a célula que possui membrana e DNA e a procariota é que não possui núcleo”.	3	8,10
Resposta em branco	32	86,50

Tabela 8 - Resposta dos alunos à pergunta: “Qual a diferença entre uma célula procariota e uma célula eucariota”?

Fonte: Dados da pesquisa (2012).

Além do desconhecimento da maior parte dos alunos sobre o que é DNA, observou-se a relação deste com o reconhecimento de paternidade, teste popularizado através da mídia (Tabela 9).

Respostas	N	%
“Para a pessoa saber quem é”.	1	2,70
“DNA é que a pessoa através dele sabe tudo o que está dentro de você”.	1	2,70
“O DNA é pra saber a paternidade”.	3	8,10
“DNA é pra saber se é irmão ou não”	4	10,82
Resposta em branco	28	75,68

Tabela 9 - Resposta dos alunos à pergunta: “O que é DNA de uma célula”?

Fonte: Dados da pesquisa (2012).

Os resultados sobre a ideia de clone foram positivos em relação às respostas que demonstraram algum conhecimento sobre a clonagem, sobretudo em relação aos seres humanos. Poucos alunos recordaram que este tema foi abordado anteriormente na telenovela brasileira “O Clone”. A exibição ocorreu pela Rede Globo, no período de 1 de outubro de 2001 e 14 de junho de 2002 e foi reprisada entre 10 de janeiro de 2010 a 9 de setembro de 2011 (Tabela 10).

Respostas	N	%
“É a formação tirada de uma célula da pessoa ou animal e copia outra igual”.	3	8,10
“Clone é um humano que se parece com outro”.	10	27,03
“O Clone é uma coisa igual á outra”.	4	10,82
“Quando uma espécie é clonada pela outra”.	2	5,40
“É o ser que não é gerado por uma pessoa, se reproduz sozinho e se desenvolve rápido”.	1	2,70
Resposta em branco	17	45,95

Tabela 10 - Resposta dos alunos à pergunta: “O que é um clone”?

Fonte: Dados da pesquisa (2012).

As respostas refletiram o total desconhecimento dos alunos sobre os alimentos geneticamente modificados, o que é algo preocupante, visto que os mesmos estão desinteressados sobre a origem da produção dos alimentos (Tabela 11).

Respostas	N	%
“São alimentos que levam agrotóxico”.	1	2,70
“É uma coisa que não pode se comer”.	1	2,70
“Alimento que tem algum produto químico”.	1	2,70
Resposta em branco	34	91,90

Tabela 11 - Resposta dos alunos à pergunta: “O que são alimentos transgênicos”?

Fonte: Dados da pesquisa (2012).

Essa análise diagnóstica evidenciou a necessidade de melhoria no ensino de Ciências para alunos de EJA, ao tratar de conceitos-chave, como célula. Muitos assuntos interligados refletem também o desconhecimento por parte desses alunos, como pode ser observado em questão tratando de alimentação. No entanto, tema voltado para telenovela, como clone, foi recordado por uma parcela considerável dos alunos.

Considerações finais

Os resultados correspondem as grandes limitações dos alunos no que diz respeito à compreensão de conceitos sobre a organização básica dos seres vivos. Esta realidade é um dos grandes desafios para o ensino de Ciências, principalmente na Educação de Jovens e Adultos, onde a visão abstrata da estrutura celular mostra-se mais gritante, comparando com outros níveis da Educação Básica.

Nesse estudo diagnóstico da percepção inicial dos alunos de EJA verificou-se para que a prática no Ensino de Ciências venha promover uma aprendizagem cada vez mais significativa torna-se necessário trabalhar determinados conteúdos e conceitos-chave dentro da sala de aula.

Referências

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. 3. ed.. Lisboa: Edições 70, 2004.

CHASSOT, A. Alfabetização Científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**. São Paulo, v. 22, 2003.

FREIRE, P. **Educação e mudança**. 4. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1981.

FREIRE, P. **A importância do ato de ler**. 23. ed. São Paulo: Cortez, 1989.

LEGEY, A. P. et al. Avaliação de saberes sobre célula apresentados por alunos ingressantes em cursos superiores da área biomédica.

Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. Vigo, v. 11, n. 1, p. 203 - 224, 2012.

OEI-MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO DO BRASIL. **Sistema Educativo Nacional do Brasil. Organização dos Estados Iberoamericanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI).** Madrid: OEI, 2003.

SATO, M.; SANTOS, J. E. Tendências nas pesquisas em educação ambiental. In: NOAL, F.; BARCELOS, V. (Orgs.) **Educação ambiental e cidadania: cenários brasileiros.** Santa Cruz do Sul: EDUNISC, p. 253-283, 2003.

12



A RECONSTRUÇÃO CONCEITUAL EM BIOQUÍMICA CELULAR MÉDIADA PELA EXPERIMENTAÇÃO

Alan De Angeles Guedes Da Silva
Márcia Adelino Da Silva Dias

Introdução

As transformações pelas quais a sociedade vem passando geraram consequências profundas, tornando necessária a adequação do sistema educacional a esse novo contexto. As inovações metodológicas no ensino de ciências devem pretender fazer uma relação entre o que é aprendido na sala de aula com aquilo que o aluno vivencia em seu cotidiano.

No ensino de Ciências, observa-se que, de modo geral, os alunos têm enfrentado dificuldades na compreensão dos conteúdos nessa área do conhecimento, além de se deparem com as novas tecnologias o tempo todo. É provável que tais problemas ocorram devido à falta de integração entre as várias disciplinas existentes no currículo escolar, além da falta de interação do próprio conteúdo ministrado

(SANTANA; SANTOS; ABILIO, 2007), à ausência de estratégias didáticas nas aulas de Ciências no Ensino Fundamental II, bem como à falta de preparo dos professores (PRIGOL; GIANNOTTI, 2008). Conforme ressalta Morin (2003), esta condição resulta na perda das aptidões naturais para contextualizar os saberes, característica do modelo tradicional de ensino.

No que diz respeito à Biologia, observa-se que ela é considerada por muitos estudantes como uma das disciplinas mais difíceis de compreender. Essa dificuldade tem como origem diversos fatores. Como exemplo, temos a não percepção dos conteúdos biológicos no cotidiano e o grau de abstração para a compreensão de alguns conceitos científicos. Segundo Oenning e Oliveira (2011), os conteúdos de Biologia são difíceis e, aliados à metodologia teórica de alguns educadores, acabam fazendo com que os estudantes vejam a Biologia de forma abstrata.

Desde a década de 90, autores como Izquierdo et al. (1999) vêm afirmando que o ensino de Biologia tem se respaldado em uma proposta educacional que prioriza aulas expositivas, as quais não estimulam os estudantes a serem protagonistas na construção da aprendizagem. Carmo e Schimin (2013) ressaltam que, apesar de terem ocorrido profundas transformações no ensino de Biologia, ainda se vê um ensino descritivo, teórico e desvinculado do cotidiano do aluno.

Segundo Pinheiro e Pompilho (2011), o ensino dos conteúdos na área de Biologia acaba sendo interferido por diversos fatores, como a curta duração das aulas e a sobrecarga dos professores por suas múltiplas atribuições. Além disso, outros fatores educacionais, como a fragmentação do currículo e a preocupação em ministrar grande quantidade de conteúdos, conduzem, na maioria das vezes, a problemas metodológicos e, conseqüentemente, implicações no processo de ensino e aprendizagem.

Diante do pressuposto de que os conhecimentos de cada uma das áreas que compõem o conhecimento biológico não são

estáticos e tampouco constituem verdades absolutas, torna-se importante fazer uma análise dos aspectos atinentes ao problema das dificuldades na aprendizagem de Biologia, tais como a natureza dos conteúdos que têm sido priorizados durante as aulas, a maneira como estes são abordados em sala de aula e a forma como vêm sendo explorados nas avaliações (DIAS, 2008).

Estudos realizados por Arcanjo, Santos e Leão (2010) demonstram que uma das principais dificuldades para compreensão de conceitos abstratos referentes à Biologia se deve à maneira fragmentada que os mesmos são trabalhados em sala de aula.

Hurtado e García (2003) chamam a atenção para a demanda pedagógica implícita em um ensino adequado dos conteúdos pertencentes às diferentes áreas que compõem o conhecimento biológico. Afirmam que essa demanda ocorre quando se está diante de alguns conteúdos classificados como complexos, como é o caso dos que compõem as áreas de Citologia, Genética e Evolução Biológica, dentre outras.

Em se tratando de Citologia, a Bioquímica Celular é uma de suas áreas em que os conteúdos são mais técnicos e de construção teórica muito extensa e abstrata. Esse caráter de extensão e abstração trazem diversos problemas para compreensão de conceitos relacionados a essa área.

A Bioquímica Celular é o ramo da ciência que estuda as formas de intervenção e interação das substâncias e macromoléculas nos organismos vivos (GOMES; RANGEL, 2006). Os conteúdos que envolvem essa área são, na maioria das vezes, complexos e de difícil compreensão, é por esse motivo o professor deve lançar mão de estratégias metodológicas que proponham conflitos cognitivos, com a finalidade de levar os discentes à comparação dos conteúdos com os seus conhecimentos prévios.

Nesse contexto, Dias (2008) destaca a maneira como os conteúdos estão apresentados nos livros didáticos e a forma como os estudantes interpretam esses conteúdos ao ler os textos nesses

livros. A mesma autora ressalta uma compreensão equivocada dos conteúdos de Biologia que se origina na leitura dos livros didáticos, indicando que as falhas no entendimento dos textos de Ciências podem ser um problema importante para o surgimento de dificuldades na aprendizagem.

Dias (2008), ressalta a importância do reconhecimento da importância dessas representações e a maneira como elas influenciam no processo de ensino e aprendizagem pode auxiliar na compreensão de muitas dificuldades enfrentadas pelos alunos em relação aos conteúdos de Biologia. O processo de ensino e aprendizagem se pauta na transmissão-recepção dos conteúdos escolares, dando ênfase à memorização de conceitos científicos. Nesta perspectiva, Tavares (2008) ressalta que o estudante memoriza os conteúdos de maneira literal, evidenciando a visão tecnicista que acaba impactando negativamente o processo de ensino e aprendizagem, visto que, muitas vezes, induz ao reducionismo, fragmentação e busca pela memorização de fatos (SCHNETZLER, 1992; ARCANJO; SANTOS; LEÃO, 2010; OENNING, 2011).

A procura por estratégias didáticas que possibilitem ao aluno uma melhor compreensão e aprendizagem dos conteúdos científicos vem ganhando destaque. Dentre estas, destacamos a atividade experimental, pois se mostra uma importante estratégia didática para os conteúdos de Ciências. Araújo (2011) defende que o ensino por experimentação, quando elaborado de modo a propiciar ao estudante uma participação mais ativa no processo de ensino, contribui para uma melhor aprendizagem.

A necessidade de realização de aulas experimentais para tornar o ensino de Biologia mais dinâmico e atrativo vem sendo discutida há muito tempo entre as propostas de inovação dos currículos escolares (CARMO; SCHIMIN, 2013). A aprendizagem torna-se muito mais significativa à medida que o novo conteúdo é incorporado às estruturas de conhecimento de um discente e

adquire significado para ele, a partir da relação com seu conhecimento prévio.

Campos e Nigro (2009) ressaltam que os alunos devam realizar suas atividades de forma que se aproximem cada vez mais do “fazer ciência”. Os mesmos autores acreditam que, dessa maneira, os alunos terão oportunidade de enfrentar problemas reais, procurando soluções para eles.

É necessário criar oportunidades para trabalhar o ensino experimental, relacionando-o ao ensino teórico, e, através disso, instigar o estudante a pensar e confrontar o conhecimento teórico articulado à aula experimental e, assim, de acordo com suas necessidades, aplicá-la no seu cotidiano.

Diante do pressuposto das dificuldades que muitos estudantes possuem para compreender os conteúdos de Biologia, tais como os de Bioquímica, que trabalha com o uso de abstrações não contextualizadas (PINHEIRO; POMPILHO, 2011), surgiu o interesse por um estudo mais detalhado quanto à utilização de aulas experimentais no ensino de Bioquímica Celular.

Propomos, com esse trabalho, uma estratégia didática que possibilitou aproximar o conhecimento científico ao conhecimento prévio dos alunos, por meio de uma atividade de investigação, utilizando materiais simples, em uma abordagem dialógica, com ênfase na aprendizagem dos conteúdos. Fundamentado nestas reflexões, o presente trabalho buscou analisar a contribuição das aulas experimentais para a abordagem dos conteúdos de Bioquímica Celular.

Ensino por experimentação na mediação da aprendizagem de Biologia

O estudo dos seres vivos vem sendo realizado pelo homem desde a pré-história. Nesta perspectiva, observam-se poucos avanços da pré-história até o século XVII, devido à inexistência

de instrumentos óticos adequados para a realização de observações do mundo natural. Foi apenas no século XVIII que a Biologia tornou-se experimental (THEODORIDÉS, 1984).

A experimentação no âmbito dessa ciência se refinou durante o século XX e se tornou o traço identificador da modernidade e legitimidade da Biologia como um campo de produção de conhecimento. Ao mesmo tempo, as ideias de ensino experimental passaram a ter maior visibilidade no currículo educacional brasileiro, sobretudo, a partir do ano de 1930, quando foram consideradas como parte de um processo mais amplo de modernização do país e como uma alternativa viável ao ensino tradicional de Biologia (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009).

Enquanto ciência escolar, a Biologia está inserida nessa realidade. Desse modo, é imperioso pensarmos sobre as finalidades das aulas experimentais desenvolvidas nas aulas de Biologia no Ensino Médio, uma vez que são realizadas, geralmente, a partir de um roteiro básico de experimentação, onde os alunos seguem, passo a passo, uma sequência de orientações para desenvolver a prática no laboratório.

O ensino de Biologia no Ensino Médio, assim como o de Ciências no Ensino Fundamental, muitas vezes, é realizado de forma pouco atrativa para os discentes, fazendo com que eles vejam essas disciplinas como algo meramente teórico, distante da realidade da qual fazem parte e, por isso, pouco interessante de ser estudado. Deste modo, os discentes geralmente decoram conceitos e nomes de vários processos e estruturas que, na prática, nem conhecem, que não fazem sentido para eles, repetindo a teoria que lhes foi apresentada, sem uma reflexão ou um verdadeiro entendimento da mesma (WELKER, 2007).

O uso de atividades experimentais nas aulas de Ciências e Biologia, segundo Marandino, Selles e Ferreira (2009) é, historicamente, alvo de debate no Brasil. As autoras fazem um panorama

histórico da experimentação científica do ensino experimental em Ciências e Biologia no Brasil, evidenciando que existem diferenças entre a experimentação científica e a experimentação escolar. Para as autoras, a ligação histórica entre a experimentação científica e o ensino de Ciências tem, entre outras justificativas, a defesa de que ambos se complementam e são imprescindíveis para a educação básica.

Moreira e Diniz (2003) destacam que a experimentação é de suma importância e praticamente inquestionável para o ensino de Biologia, pois a própria Ciência permite o desenvolvimento das atividades de experimentação, uma vez que os fenômenos acontecem naturalmente e os materiais estão disponíveis na própria natureza. Dessa forma, uma das características do ensino de Biologia é o caráter experimental na compreensão dos fenômenos da vida, proporcionando conhecimentos aos estudantes. Assim, os discentes podem compreender o mundo e participar ativamente da sociedade de modo consciente.

Sendo assim, é importante realizar aulas práticas ou experimentais para que os alunos possam exercitar suas habilidades, sua concentração, sua organização e vivenciar as etapas do método científico. Segundo Lima, Aguiar Júnior e Braga (1999), a experimentação inter-relaciona o aprendiz e os objetos de seu conhecimento à teoria e à prática, ou seja, une a interpretação do sujeito aos fenômenos e processos naturais observados, pautados não apenas pelo conhecimento científico já estabelecido, mas, também, pelos saberes e hipóteses levantadas pelos alunos mediante situações desafiadoras.

Keller et al. (2011), ressaltam a importância da experimentação na Biologia, desvinculando o ensino de Biologia de seu caráter abstrato e prolixo. As mesmas autoras também evidenciam que as práticas realizadas permitem aos estudantes construir seus conhecimentos de forma lúdica e interessante, proporcionando a investigação e o trabalho em equipe.

Contudo, observa-se que o ensino de Biologia permanece, na maioria dos casos, restrito às aulas expositivas, com uma participação insignificante de alunos. Segundo Krasilchik (2004), tanto a Biologia pode ser uma das disciplinas mais relevantes e merecedoras da atenção dos alunos, como, também, uma das disciplinas mais insignificantes e pouco atraentes, dependendo do que for ensinado e de como isso for feito.

A experimentação, em diversos trabalhos de pesquisa, surge como um componente indispensável ao processo de ensino-aprendizagem dos diversos conteúdos de Biologia. Apresenta-se como uma importante estratégia didática no ensino, havendo um consenso entre os pesquisadores da necessidade de desenvolvimento do ensino por meio da experimentação (POSSOBOM; OKADA; DINIZ, 2007).

De acordo com Oliveira (2010), as aulas experimentais podem ser aplicadas com diferentes objetivos, fornecendo variadas e importantes contribuições no ensino e aprendizagem de Ciências. Ao se referir às atividades experimentais e à motivação no processo de ensino e aprendizagem escolar, a autora aponta que a motivação é, sem dúvida, uma contribuição importante na compreensão dos conteúdos da disciplina.

Conforme Oliveira (2010), as atividades experimentais podem instigar o estudante, dentro de um planejamento bem elaborado, a investir energias na disciplina, motivando o processo de ensino e aprendizagem. Santos (2009) cita que, apesar dos problemas existentes em relação ao seu uso e em relação aos objetivos que se espera alcançar, é visível o efeito motivador que exerce sobre os estudantes, aumentando, principalmente, o interesse e autoestima. “Esse efeito se manifesta mesmo que a aula seja desenvolvida fora de laboratórios específicos e com materiais simples” (SANTOS, 2009, p.69).

O processo de ensino-aprendizagem de Biologia é permeado pelo conjunto de habilidades que se referem, em parte, aos trabalhos prático-experimentais e suas realizações no contexto escolar (GOLIN, 1991; VASCONCELOS et al., 2001; AMORIM et al., 2002; ÁLVARES; CARLINO, 2004; SUAVÉ; GOUVEIA; PEREIRA, 2008; VIEIRA; BASTIANI; DONNA, 2009; BEREZUK; INADA, 2010). O ensino de Biologia por meio da experimentação permite ao aluno perceber que é possível construir conhecimento a partir da Ciência que lhe é apresentada.

Neste sentido, Teixeira (2008) assegura que o ensino por experimentação na área de Biologia, Física e Química se configura como uma das melhores formas para o ensino dos princípios e das generalidades de cada ciência.

Analisa-se que nos últimos anos, os teóricos têm discutido a necessidade de melhorar a eficiência do ensino de Biologia. Vasconcelos et al. (2002), opinam que, nas aulas de Biologia, os alunos devem manusear materiais de laboratório, observar, misturar, medir temperaturas e calcular médias, com uma visão prática, científica, atual e criativa, considerando um conjunto de procedimentos que aproximem os estudantes de uma maneira de trabalho que seja cuidadosa e criativa em prol da construção do conhecimento científico.

De acordo com Silva et al. (2009), quando a experimentação é desenvolvida na perspectiva da contextualização, ou seja, levando em conta aspectos socioculturais e econômicos da vida do aluno, os resultados da aprendizagem poderão ser mais efetivos.

Desta forma, em uma atividade experimental é importante que o docente se posicione como mediador, abrindo espaço para as discussões que propiciem a articulação existente entre a aula experimental e a contextualização, de modo que direcione o estudante na reflexão sobre os possíveis erros que podem acontecer no decorrer do desenvolvimento da experimentação.

Percurso metodológico

Esta pesquisa consiste de uma investigação-ação, com intervenção didática na área de ensino de Biologia. Para a coleta dos dados, optou-se pela aplicação de um questionário anterior à intervenção pedagógica, além da realização de entrevistas após o ensino por experimentação.

A análise dos resultados se deu por meio da Análise de Conteúdo que, de acordo com Bardin (2011), constitui um método que envolve um conjunto de técnicas de análise de comunicação, utilizando procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens para a realização da análise qualitativa dos dados.

Campo de pesquisa

A pesquisa foi realizada na Escola Estadual de Ensino Médio Monsenhor José da Silva Coutinho, localizada na cidade de Esperança/PB, no período de abril a dezembro de 2016. Essa escola foi fundada em 1968, constituindo-se como a maior e mais importante unidade educacional do município de Esperança. A escola leva o nome de um ilustre esperancense que construiu uma história de doação ao próximo, especialmente, na cidade de João Pessoa, onde exercia seu ofício de sacerdote.

A Escola Estadual de Ensino Médio Monsenhor José da Silva Coutinho possui uma tradição de uma educação voltada para suscitar o senso crítico e contribuir para que um grande número de jovens ingresse no ensino superior. Pode-se constatar que a educação e a valorização dos estudos constituem-se como uma vocação natural do município de Esperança.

Participantes da pesquisa

A pesquisa foi realizada em uma turma de 1º ano do Ensino Médio. Participaram da pesquisa todos os estudantes que estudaram os conteúdos de Bioquímica Celular no decorrer das aulas e que concordaram em responder o questionário, participando das aulas experimentais e da entrevista propostas na presente pesquisa.

Foi excluída a participação dos estudantes que estavam cursando outras séries, além daqueles que não se dispuseram a participar das atividades propostas.

Instrumentos de coleta dos dados

Para atender aos objetivos desta pesquisa, realizamos a construção dos dados a partir da aplicação de questionário anterior à intervenção, além da realização de entrevistas após o ensino por experimentação.

A coleta de dados ocorreu em dois momentos. Primeiro, foi utilizado um questionário, contendo questões sobre Bioquímica Celular, objetivando a identificação dos conhecimentos prévios que os estudantes possuíam acerca dos conteúdos de Bioquímica Celular. No segundo momento, foram realizadas as entrevistas seguindo um roteiro, com a finalidade de analisar se as aulas com experimentação contribuíram na abordagem dos conteúdos de Bioquímica Celular.

Tratamento e análise dos dados

Para realizar essa investigação, optamos pela utilização da abordagem metodológica de natureza qualitativa e descritiva.

A análise das respostas emitidas pelo questionário foi estruturada em plataforma dos softwares *Microsoft Word 2010* e *Excel 2010*. Já as entrevistas, foram gravadas em áudio (*wav.*),

utilizando-se o software *Sony Audio Recorder 1.00.26*, sendo transcritas e estruturadas mediante os softwares *Microsoft Word 2010* e *Excel 2010*.

Adiante, os dados foram recortados visando à exploração aprofundada dos enxertos mais significativos da temática da pesquisa. Além disso, foram agrupados em categorias semânticas das sentenças gramaticais e analisados mediante a *Análise Temática do Discurso* (BARDIN, 2011), para obtermos resultados mais próximos da realidade dos participantes, conforme propomos ao início do *Percurso Metodológico*.

Construção das categorias de análise

A partir das respostas dos questionários e das transcrições das entrevistas, foi realizada a categorização dos temas abordados pelos participantes. Tal categorização realizou-se mediante a utilização da análise temática descrita por Bardin (2011).

No decorrer da organização das categorias de análise do tema proposto, o critério principal consistiu da amplitude das respostas antes e após as aulas com experimentação. Nessa perspectiva, quando categorizadas, buscamos agrupá-las segundo a recorrência dos termos utilizados e conforme a amplitude dos conhecimentos expressos, observando se houve ou não houve uma ampliação e aprofundamento na construção do conhecimento. Uma das categorias foi a *reconstrução conceitual*, que diretamente relacionada à reconstrução dos conceitos de carboidratos, proteínas e vitaminas apresentadas pelos estudantes após a intervenção. Conforme nos coloca Gil (1999, p.26): “O conhecimento só é científico se for passível de verificação”. Torna-se necessário descrever as operações mentais e técnicas que possibilitam obter o conhecimento. Para tanto, entende-se que o conhecimento científico é diferente do conhecimento comum e popular, ao qual denominamos senso comum.

Resultados e discussão

Ressignificação dos conhecimentos sobre os conteúdos de Bioquímica Celular

A resignificação dos conhecimentos relativos aos conteúdos de Bioquímica Celular foi realizada por meio da análise das entrevistas, após o ensino por experimentação.

Reconstrução conceitual

Os resultados dessas pesquisas contribuíram para fortalecer uma visão construtivista do processo de ensino-aprendizagem que até muito recentemente parecia dominar a área de Educação em Ciências e Matemática (MATTHEWS, 1992). Apesar da grande variedade de diferentes abordagens e visões, que aparecem na literatura sob o mesmo rótulo, há pelo menos duas características principais que parecem ser compartilhadas: 1) a aprendizagem se dá através do ativo envolvimento do aprendiz na construção do conhecimento; 2) as ideias prévias dos estudantes desempenham um papel importante no processo de aprendizagem.

Correspondente a essa visão de aprendizagem, há um modelo de ensino para lidar com as concepções dos estudantes e transformá-las em conceitos científicos: o modelo de mudança conceitual. Esta expectativa tem sua origem numa visão construtivista de aprendizagem como um “processo adaptativo no qual os esquemas conceituais dos aprendizes são progressivamente reconstruídos de maneira a concordarem com um conjunto de experiências e ideias cada vez mais amplo” (DRIVER, 1989, p. 482).

Quanto ao conceito dos carboidratos, podemos constatar que, após o ensino por experimentação, os estudantes formularam conceitos mais abrangentes e reorganizados. Corroborando, dessa forma, com as ideias de Moreira e Masini (2006, p. 41)

ao afirmarem que “[...] a aprendizagem de certas ideias requer a reorganização de conceitos existentes na estrutura cognitiva e a formulação de um conceito mais adequado”.

Sendo assim, a experimentação tem tido papel importante na reconstrução conceitual, não apenas pela atividade experimental, mas devido às pesquisas e investigações que envolvem a atividade prática e que suscitam a reconstrução de conceitos.

Foram construídas duas categorias, especificamente, a das *Substâncias energéticas*, tendo em vista a afirmação dos estudantes de ser a principal fonte de energia para o nosso corpo e a dos *Alimentos reguladores*, já que alguns estudantes afirmaram que os carboidratos são alimentos que regulam as atividades do nosso corpo (Gráfico 1).

Ao serem ingeridos, os carboidratos são convertidos em glicose, que é o combustível usado por nossas células para produzires energia. Consumimos essa energia em nossas atividades e ela mantém nossa temperatura. Se ingerirmos maior quantidade de carboidratos do que nosso corpo necessita, o excesso será transformado em gorduras que se acumulam nos tecidos. (FREITAS, 2002, p. 47).

Portanto, esses nutrientes fornecem energia para o organismo, sendo formados por átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio. Além disso, estão presentes, em sua maioria, em alimentos como massas, doces, arroz, pães, farinhas e biscoitos, ou seja, constituem-se como um grupo de substâncias químicas formadas por moléculas simples, conhecidas como sacarídeos. Deste modo, quando combinados, formam os principais tipos de carboidratos, mais especificamente, açúcares e amidos (AMARAL, 2008).

De forma geral, os carboidratos desempenham um papel extremamente importante para nosso organismo, pois é através deles que nossas células obtêm energia para realizar suas funções metabólicas.

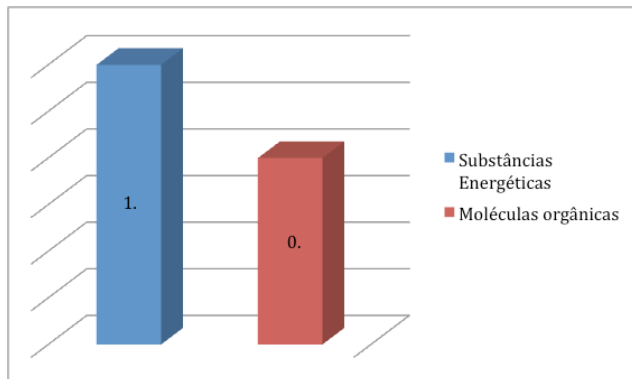


Gráfico 1 – Conhecimento de um grupo de estudantes do 1º ano do Ensino Médio da Escola Estadual de Esperança/PB sobre o conceito dos carboidratos

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Quanto ao conceito das proteínas, podemos observar, após a aula com experimentação, uma maior amplitude conceitual dos estudantes. Foram formadas três categorias: *Substâncias Orgânicas*, *Macromoléculas* e *Moléculas Enzimáticas*, explicitadas no Gráfico 2. A utilização de experimentos como ponto de partida para desenvolver a compreensão de conceitos se configura como uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem. Desse modo, buscou-se utilizar a atividade experimental como estratégia para a reconstrução conceitual, uma vez que o ensino por experimentação representa uma excelente estratégia para relacionar a teoria à prática (REGINALDO; SHEID; GÜLIICH, 2012).

A categoria *Substâncias Orgânicas* foi construída em virtude da atribuição conceitual das proteínas como substâncias formadas por vários elementos químicos como, por exemplo, o nitrogênio. Amaral (2008) ressalta que as proteínas são formadas por um complexo químico que contém carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio. Ademais, observa-se que as proteínas contêm 16% de nitrogênio.

A categoria *Catalisadores Biológicos* foi construída partindo do pressuposto de que as proteínas são moléculas que agem como enzimas, consistindo numa forma de energia, ou seja, elas aumentam a velocidade das reações químicas, como observado através da aula com experimentação. Em 2012, Carvalho, Couto e Bossolan (2012) desenvolveram uma pesquisa com 133 estudantes de duas escolas (uma pública e outra particular) de Ensino Médio da Cidade de São Carlos, São Paulo. No referido trabalho, foi possível notar uma grande tendência (em média 54%) de relacionar as proteínas ao bem estar físico, o que pôde ser observado também em nossa pesquisa, quando os estudantes relacionam as proteínas à “força” e “energia”.

Quanto à categoria *Macromoléculas*, os estudantes conceituaram as proteínas como grandes moléculas formadas de unidades menores e as denominaram de aminoácidos. Amaral (2008) analisa que as proteínas são elementos formados pela combinação de outros elementos, sendo denominadas de aminoácidos. Além disso, afirma que podem ser encontradas em alimentos tanto de origem animal como vegetal.

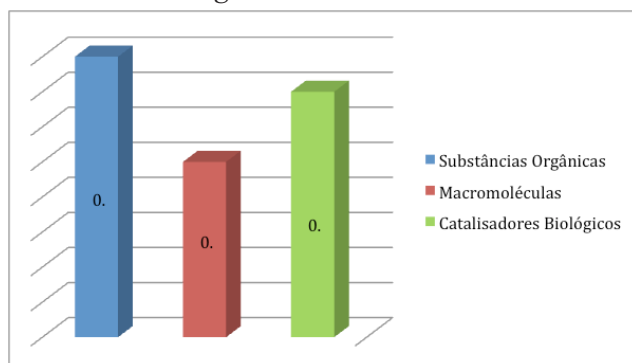


Gráfico 2 – Reconstrução conceitual de um grupo de estudantes do 1º ano do Ensino Médio da Escola Estadual de Esperança/PB acerca do conceito das proteínas

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

O processo de compreensão necessária para aprender conceitos é mais complexo do que a repetição utilizada na aprendizagem de fatos. O foco não está na quantidade que o aluno compreende, mas, por outro lado, como compreende (POZO, 2003). Nessas condições, a aprendizagem de conceitos não tem sido um objetivo facilmente atingido por meio das atividades experimentais (HODSON, 1992). Entretanto, continua-se acreditando na relevância da dimensão empírica para a apropriação de conceitos (LOPES, 2002), o que corrobora com a ideia de problematizar o modo de desenvolver os experimentos para favorecer, efetivamente, a aprendizagem de conceitos.

Giani (2010) acrescenta que a aula com experimentação deve prover espaços de reflexão, de modo que o professor proponha o experimento como um desafio cognitivo a ser trabalhado. Assim, os alunos devem estabelecer relações entre a atividade desenvolvida, seus conhecimentos prévios e os conhecimentos científicos correlacionados.

Em relação ao conceito das vitaminas, podemos constatar que, após o ensino por experimentação, houve uma reconstrução conceitual evidenciada pelo aprofundamento e elucidação do conceito das vitaminas, apresentada no Gráfico 3. Dessa maneira, surgiram duas categorias. A das *Moléculas orgânicas*, na qual as compreensões foram elaboradas partindo do pressuposto de que as vitaminas são moléculas orgânicas presentes nos organismos vivos e, a dos *Alimentos reguladores*, já que alguns estudantes afirmaram que as vitaminas regulavam o nosso corpo.

Zancul (2004) ressaltando que as vitaminas são alimentos reguladores imprescindíveis para um bom funcionamento do organismo. Não fornecem energia e nem constroem o corpo, mas mantém o equilíbrio e o funcionamento perfeito da máquina orgânica, sendo encontrados em alimentos naturais como o leite, ovos, carne legumes, frutas e verduras.

Segundo Bizzo (2007), é de suma importância entender o conhecimento científico e sua importância para a formação dos alunos, pois ele contribui efetivamente para ampliação da capacidade de compreensão e atuação do estudante no mundo que vivemos. Ensinar Ciências no mundo atual deve ser uma das prioridades de todas as escolas.

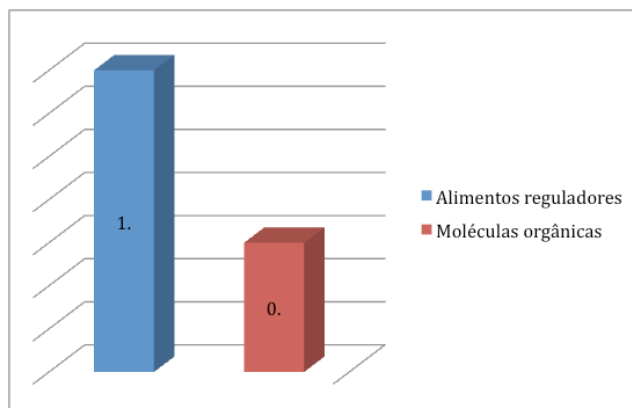


Gráfico 3 – Conhecimento de um grupo de estudantes do 1º ano do Ensino Médio da Escola Estadual de Esperança/PB em relação ao conceito das vitaminas

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

As aulas com experimentação podem ser empregadas como estratégia de ensino complementar para as aulas expositivas – como é o caso das atividades de verificação que relembram conceitos –, confirmando fatos científicos estudados no plano teórico e contribuindo para a aprendizagem (ABIB; ARAÚJO, 2003). A utilização de atividades experimentais é importante no processo de ensino aprendizagem, uma vez que aproxima o método científico à realidade dos alunos.

A mudança conceitual é favorecida pela realização de aulas práticas, mediante a investigação e o questionamento das ideias

prévias dos alunos sobre os temas abordados (ANDRADE; MASSABNI, 2011). Além disso, a construção do conhecimento é favorecida a partir das atuações concretas das aulas práticas (DEMCHUK; AMORIM; ROSA, 2005), uma oportuniza a busca, a reformulação e a reflexão, facilitando a reestruturação dos conhecimentos prévios (ANDRADE; MASSABNI, 2011).

A atividade experimental trabalhou conceitos importantes para o entendimento dos conteúdos da disciplina. Na atividade experimental, os alunos foram conduzidos a problematizar os conceitos com os colegas do grupo, a formular ideias e a testar hipóteses. Desta forma, os alunos reconstruíram os conceitos baseados nas suas próprias observações e nos seus conhecimentos prévios.

Fernandes (2011) ressalta ser muito importante a participação e a formulação de problemas para a construção de novos conceitos. Nesse sentido, ao trabalharmos com experimentação, não propiciamos, apenas, a aprendizagem do conteúdo conceitual, mas também, a elaboração de significantes, para que o aluno estabeleça relações com o seu cotidiano.

Considerações finais

Após a pesquisa realizada, foi diagnosticado que após a utilização do ensino por experimentação observamos uma reconstrução conceitual dos conteúdos de Bioquímica Celular. Pode-se perceber que os alunos estavam compreendendo de forma mais sistematizada e reflexiva.

Diante dos resultados obtidos através das compreensões dos conteúdos de Bioquímica Celular, mediante a experimentação, concluímos que a mesma pode consistir em uma importante estratégia de ensino.

Nesse ponto de vista, o ensino de Bioquímica Celular do cotidiano deve ser mais bem explorado em sala de aula,

considerando-se as concepções dos estudantes e partindo delas para a elaboração de atividades que possam auxiliar numa aprendizagem significativa, persistente e que sirva de apoio para que os indivíduos possam tomar decisões corretas em termos de alimentação qualidade de vida.

Neste sentido, a junção da aula expositiva teórica com a aula contendo experimentação oferece oportunidades para que os alunos consigam construir conhecimentos que possibilitem discussões, ampliações e aprofundamentos pertinentes para a reconstrução de novos conceitos.

Referências

ABIB, M. L. V. S.; ARAÚJO, M. S. T. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. Rio de Janeiro, v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003.

ALVAREZ, S. M. CARLINO, P. C. La distancia que separa las concepciones didácticas de lo que se hace en clase: el caso de los trabajo de laboratorio em Biología. **Enseñanza de las Ciencias**. Vigo, v. 22, n. 2, p. 251-262, 2004.

AMARAL, C. M. C. **Educação alimentar**. Serra: FMPB, 2008.

AMORIM, P. E.; SILVA, S. C.C. CECCATTO, V. M.; VASCONCELOS, A. L. S. Otimização do protocolo de extração de DNA em células animais e vegetais para utilização em práticas de laboratório de ciências e biologia. In: Semana Universitária da UECE, 6., 2002, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: UECE, 2002.

ANDRADE, M. L. F.; MASSABNI, V. G. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de

Ciências. **Ciência & Educação**. Bauru, v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011.

ARAÚJO, D. H. S. **A Importância da Experimentação do Ensino de Biologia**. 2011. 15 f. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

ARCANJO, J. G.; SANTOS, P. R., Leão, A. M. A. C. Dificuldades na aprendizagem de conceitos científicos de biologia. In: Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão, 10., 2010, Recife. **Anais...** Recife: JEPEX – UFRPE, 2010.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BEREZUK, P. A.; INADA, P. Avaliação dos laboratórios de ciências e biologia das escolas públicas e particulares de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum Human and Social Sciences**. Maringá, v. 32, n. 2, 2010, p. 207-215.

BIZZO, N. M. V. **Ciências: fácil ou difícil?** São Paulo: Editora Ática, 2007.

CAMPOS, M. C.; NIGRO, R. G. **Teoria e prática em ciências na escola: o ensino-aprendizagem como investigação**. São Paulo: FTD Editora, 2009.

CARMO, S.; SCHIMIN, E. S. **O Ensino da Biologia Através da Experimentação**. In: Dia-a-dia Educação, p. 01- 19, 2013.

CARVALHO J. C. Q.; COUTO, S. G.; BOSSOLAN, N. R. S. Algumas concepções de alunos do ensino médio a respeito das proteínas. **Ciência & Educação**. Bauru, v. 18, n. 4, p. 897-912, 2012.

DEMCZUK, O. M.; AMORIM, M. A. L.; ROSA, R. T. N. Atividades didáticas baseadas em experimentos no ensino de botânica: o relato de uma experiência. In: Encontro Nacional de Ensino de Biologia, 3, 2005, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia, 2005. p. 503-505.

DIAS, M. A. S. **Dificuldades na aprendizagem dos conteúdos de Biologia**: evidências a partir das Provas de Múltipla Escolha do Vestibular da UFRN (2001-2008). 2008. 275 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

DRIVER, R. Students' conceptions and the learning of science. **International Journal of Science Education**. Taipé, v. 11, n. 5 p. 481- 490, 1989.

FERNANDES, D. Articulação da aprendizagem, da avaliação e do ensino: Questões teóricas, práticas e metodológicas. In: DEKETELE, J. M.; ALVES, M. P. (Orgs.). **Do currículo à avaliação, da avaliação ao currículo**. Porto: Porto Editora, 2011, p. 131-142.

FREITAS, P. G. **Saúde um Estilo de Vida**. Baseado no Equilíbrio de Quatro Pilares. São Paulo: IBRASA, 2002.

GIANI, K. **A experimentação no ensino de ciências**: possibilidades e limites na busca de uma aprendizagem significativa. 2010. 190 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de Brasília, 2010.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GOLIN, M. F. O ensino da Biologia: Em busca do seu significado e de suas possibilidades de avanço. **Perspectiva**. Florianópolis. v. 9, n. 16, jan/dez 1991, p. 32-57.

GOMES, K. V. G.; RANGEL, M. Relevância da disciplina bioquímica em diferentes cursos de graduação da UESB, na cidade Jequié. **Revista Saúde.Com**. Vitória da Conquista, v. 2, n. 1, 161-168. 2006.

HODSON, D. In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. **International Journal of Science Education**. Taipé, v. 14, n. 5, p. 541 - 562, 1992.

HURTADO, M. T.; GARCIA, F. G. Algunas dificultades en la enseñanza de la histología animal. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. Vigo, v. 2., n. 2, 2003.

IZQUIERDO, et. al. Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. **Enseñanza de las ciencias**. Barcelona, v. 1, n. 17, p. 45 - 59, 1999.

KELLER, L.; BARBOSA, S.; BAIOTTO, C. R.; SILVA, V. M. A importância da experimentação no ensino de biologia. Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão. 16., Cruz Alta-RS, 2011. **Anais....** Cruz Alta: UNICRUZ, p. 1-3, 2011.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

LIMA, M. E. C. C.; AGUIAR JÚNIOR, O. G. A.; BRAGA, S. A. M. **Aprender ciências** – um mundo de materiais. Belo Horizonte: Ed. UFMG. 1999. 78p.

LOPES, J. B. Desarrollar conceptos de física a través del trabajo experimental: evaluación de auxiliares didácticos. **Enseñanza de las Ciencias**. Vigo, v. 20, n. 1, 2002. p.115-132.

MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços formativos**. São Paulo/BR: Cortez, 2009.

MATTHEWS, M. R. Constructivism and empiricism: an incomplete divorce. **Review of Educational Research**. Washington, v. 22, p. 299 - 307, 1992

MOREIRA, M. L.; DINIZ, R. E. S. **O laboratório de Biologia no Ensino Médio: infraestrutura e outros aspectos relevantes**. In: Universidade Estadual Paulista – Pró-Reitoria de Graduação. (Org.). Núcleos de Ensino. São Paulo: Editora da UNESP, v. 1, p. 295-305, 2003.

MOREIRA, M. A; MASINI, E. A. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel**. 2 ed. São Paulo: Editora Centauro, 2006.

MORIN, E. **A Cabeça Bem Feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. 8.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

OENNING, V. OLIVEIRA, J. M. P. Dinâmicas em sala de aula: envolvendo os alunos no processo de ensino, exemplo com os mecanismos de transporte da membrana plasmática. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular**. São Paulo, v. 11 n. 1, 2011.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a

prática docente. **Revista Acta Scientiae**. Canoas, v. 12, p. 139-153, 2010.

PINHEIRO, A. W., POMPILHO, W. M. O ensino de enzimas: uma abordagem experimental de baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular**. São Paulo, v. 1., n. 1, p. 1-12, 2011.

POSSOBOM, C. C. F.; OKADA, F. K.; DINIZ, R. E. S. **Atividades práticas de laboratório no ensino de biologia e de ciências**: relato de uma experiência. São Paulo: FUNDUNESP. 2007.

POZO, J. I. Aprendizagem de conteúdos e desenvolvimento de capacidades no ensino médio. In: COLL, C. et al. **Psicologia da aprendizagem no ensino médio**. Trad. Cristina M. Oliveira. Porto Alegre: Artmed, 2003. p.43-66.

PRIGOL, S.; GIANNOTTI, S. M. A importância da utilização de práticas no processo de ensino-aprendizagem de ciências naturais enfocando a morfologia da flor. In: **Semana da Pedagogia Simpósio Nacional de Educação**, 20., 2008, Curitiba. Anais... Curitiba: EDUFPR, 2008.

REGINALDO, C. C.; SHEID, N. J.; GÜLLICH, R. I. C. O Ensino de Ciências e a Experimentação. In: Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul, 9., 2012. **Anais...** Caxias do Sul: ANPED SUL, 2012.

SANTANA, A. C. D; SANTOS, D. P. N.; ABÍLIO, F. J. P. **O Ensino de Ciências na Educação Infantil e Ensino Fundamental: Projeto de Monitoria no Curso de Pedagogia da UFPB**. In:

Encontro de Iniciação a Docência. Anais, 10., 2007, João Pessoa. Anais... João Pessoa: EDUFPB, 2007.

SANTOS, A. B. A Física no Ensino Médio: motivação e cidadania (Relatos de Experiência). **Em Extensão**. Uberlândia, v. 8, n. 1, p. 60-71. 2009.

SCHNETZLER, R. P. Construção do conhecimento e ensino de ciências. **Em Aberto**, v. 11, n. 55, p. 17-22, set. 1992.

SILVA, R. T.; CURSINO, A. C. T.; AIRES, J. A.; GUIMARÃES, O. M. Contextualização e Experimentação: uma análise dos artigos publicados na seção – Experimentação no Ensino de Química da Revista Química Nova na Escola 2000-2008. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciência**. Belo Horizonte, v. 11, n. 2, p. 245 - 262, 2009.

SUAVÉ, J. P. G.; GOUVEIA, Z. M. M.; PEREIRA, M. G. Biologia experimental em escolas públicas: trabalhando no Lyceu Paraibano. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA, 11., 2008, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Editora Universitária/ UFPB, 2008, p. 9-11.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa e o ensino de ciências. **Ciências & Cognição**. Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p. 94-100, 2008.

TEIXEIRA, G. **Significado da competência**. Disponível no site: <http://www.serprofessoruniversitario.pro.br/ler.php?modulo=12&texto=728>. Acesso em 29 ago. 2017.

THÉODORIDÈS, J. **História da Biologia**. Lisboa: Edições 70, 1984, 110 p.

VASCONCELOS, A. L. S.; COSTA, C. H. C.; SANTANA, J. R.; CECCATTO, V. M. Importância da abordagem prática no ensino de Biologia para a formação de professores (Licenciatura Plena em Ciências / habilitação em Biologia/Química - UECE) em Limoeiro do Norte – CE. In: Encontro de Pesquisa Educacional do Norte e Nordeste, 15., 2001. **Anais...** São Luis: UFMA, 2001.

VIEIRA, J. A.; BASTIANI, V. I. M.; DONNA, E. Ensino com pesquisa nas aulas de ciências e biologia: algumas exigências. In: Congresso Nacional de Educação – EDUCERE, 9., 2009, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2009, p. 8014-8028.

ZANCUL, M. S. **Consumo alimentar de alunos nas escolas de ensino fundamental em Ribeirão Preto**. 2004. 85f. Dissertação (Mestrado em Saúde na Comunidade) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. Ribeirão Preto, 2004.

WELKER, C. A. D. O. Estudo de Bactérias e Protistas no Ensino Médio: uma abordagem menos convencional. **Revista Eletrônica Experiências em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, v. 2, p. 69 - 75, Ago. 2007.

Sobre os Autores



ALAN DE ANGELES GUEDES DA SILVA é graduado em Licenciatura Plena e Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual da Paraíba (2006). Mestre em Ensino de Ciências e Matemática (Área de Concentração: Educação Biológica) pela Universidade Estadual da Paraíba (2017), através do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática. Mestre em Meio Ambiente e Qualidade de Vida pela Fundação de Apoio ao Ensino, à Pesquisa e à Extensão (2015). Possui também duas Especializações na área de educação. A primeira em Inclusão Escolar: Necessidades Educativas Especiais pela FIP - Faculdades Integradas de Patos (2008) e a segunda em Fundamentos da Educação: Práticas Pedagógicas Interdisciplinares pela Universidade Estadual da Paraíba (2014). Possui experiência na área de educação, principalmente no Ensino de Biologia. Atualmente é docente da rede pública de ensino básico há quinze anos e tem como ênfase seguir linhas de pesquisa que atendam à Metodologia, Didática e Formação Docente no Ensino de Ciências e na área de Educação Ambiental. Nos últimos anos vem desenvolvendo pesquisas na área de educação, enfatizando sobre novas estratégias referentes aos métodos de ensino e pesquisas voltadas à realidade escolar. E-mail: alandeangeles@bol.com.br

ANTONIO DIONES DE BRITO é graduado em Licenciatura em Matemática pela Universidade Estadual da Paraíba (2020), sendo, atualmente, aluno especial do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGCEM-UEPB). Acompanha de perto a comunidade de produtores artesanais de queijo de coalho no município de Gado Bravo - PB, inclusive já foi um dos produtores. É membro do Leitura e Escrita em Educação Matemática - Grupo de Pesquisa (LEEMAT). E-mail: tonybrito25@gmail.com

ANA PATRÍCIA MARTINS BARROS é mestranda no ensino de ciências e educação matemática, concentração em Química, na Universidade Estadual da Paraíba pelo Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática PPGECM; Com pesquisa em desenvolvimento na área de inclusão no ensino de Química. Professora na educação básica, atuando nas disciplinas de ciências (Química e Física) em turmas de uma escola de rede pública. E-mail: anapatriciamb@hotmail.com

ANDRÉ LUIS ANDREJEW FERREIRA é graduado em Matemática Aplicada e Computacional pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Mestre em Ciência da Computação pelo PPGC/UFRGS e Doutor em Informática na Educação pelo PPGIE/UFRGS. Atualmente está lotado no Departamento de Educação Matemática da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), atua também na área de Ensino de Matemática no curso de Licenciatura em Matemática. Professor dos Programas de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (Mestrado Profissional) da Faculdade de Educação/UFPel, exercendo o cargo de coordenador e no Programa Pós Graduação de Educação Matemática (Mestrado Acadêmico) do Instituto de Física e Matemática/UFPel. Desenvolve pesquisas nas áreas de EaD, Tecnologias Digitais, animação para o ensino

e aprendizagem de Matemática na Educação Básica e Superior. Consultor ad hoc da Revista Imagens da Educação (UEM-PR) e avaliador do INEP.

ANNA KAROLINA FIDELIS é graduada em Ciências Biológicas - Licenciatura pela Universidade Federal da Paraíba (2016). Possui mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática, área de concentração: Ensino de Biologia, pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB - 2018). Membro do Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências Naturais (UFPB), do Grupo de Estudos da Complexidade e da Vida (GRECOMVIDA/UEPB) e do Grupo de Estudo e Pesquisa em Educação e Sustentabilidade (GEPES/UFRPE). E-mail: anna_karolinafs@hotmail.com

CARLA DENIZE OTT FELCHER é Licenciada em Matemática pela Universidade Católica de Pelotas - UCPel, especialista em Educação Matemática pela mesma Universidade. Especialista em Pedagogia Gestora com ênfase em Administração, Supervisão e Orientação Educacional pelas Faculdades Integradas da Rede de Ensino Uninvest - Santa Catarina. Especialista em Mídias na Educação pela UAB/UFPel. Mestra em Políticas e Gestão da Educação, CLAEH, Montevideo. Mestra em Ensino de Ciências e Matemática pelo PPGECEM/UFPel. Atuou como professora no Departamento de Educação Matemática - DEMAT - IFM/UFPel. Atualmente é Coordenadora dos Estágios Curriculares da UAB/UFPel e professora de Matemática da rede municipal de Canguçu. Doutoranda no Programa Educação em Ciências: Química da vida e saúde, pela UFRGS. Pesquisa principalmente sobre o Ensino de Matemática, Tecnologias Digitais, Formação de Professores e Educação a Distância.

CRISTIANO DE ALMEIDA CARDOSO MARCELINO JÚNIOR é Bacharel em Química, pela Universidade Federal de Pernambuco, mestre em Química e Biotecnologia, pela Universidade Federal de Alagoas, e doutor em Educação, pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, é professor da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Coordenador do Programa Nacional Olimpíadas de Química, em Pernambuco. Membro do corpo docente do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFIQUI). Desenvolve pesquisas na área de Educação Química. E-mail: cristianomarcelinojr@uol.com.br

FLAVIA APARECIDA BEZERRA DA SILVA é Mestre em Educação Matemática pelo Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGECM) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Área de concentração: Educação Matemática. Linha de pesquisa: História, Filosofia e Sociologia das Ciências e da Matemática. Licenciada em Matemática pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Membro do Leitura e Escrita em Educação Matemática - Grupo de Pesquisa (LEEMAT). Professora na Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). E-mail: flaaviabezerra@gmail.com

FRANCISCO FERREIRA DANTAS FILHO é graduado em Licenciatura em Química pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Doutorado em Engenharia de Processos (UFPA). Atualmente é professor adjunto no Departamento de Química da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), atuando na área de Ensino de Química, desenvolvendo pesquisa nas linhas de ensino e aprendizagem em Química. É docente permanente do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM-UEPB).

Líder do Grupo de Pesquisa em Metodologias para a Educação em Química (GPMEQ-UEPB). E-mail: dantasquímica@yahoo.com.br

GILBERLÂNDIO NUNES DA SILVA possui graduação em Licenciatura em Química pela Universidade Estadual da Paraíba (2010) e Mestrado em Ensino de Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2013). Atualmente é professor na Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) atuando na graduação do Departamento de Química na área de educação química. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Ensino de Química e desenvolve pesquisa nas linhas de ensino e aprendizagem em Química e em formação de professores para uso das novas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e na Perspectiva CTSA. E-mail: gil.gilberlandionunes@gmail.com

HILDA HELENA SOVIERZOSKI é graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Paraná (1985), com Mestrado em Zoologia pela Universidade Federal do Paraná (1991) e Doutorado em Ciências Biológicas (Zoologia) pela Universidade de São Paulo (2000). Professora Adjunto da Universidade Federal de Alagoas. Tem experiência na área de Zoologia, com ênfase em Taxonomia de Poliquetas, atuando também na pesquisa de comunidades macrobentônicas de fundos inconsolidados, fauna associada aos fitais e a comunidades incrustantes, Educação Ambiental e formação de professores. Participa da subrede ReBentos, integrante do INCT Mudanças Climáticas e do INCT Ciências do Mar. Participa do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM), mestrado profissional multiunidades e interinstitucional da Universidade Federal de Alagoas, do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em rede nacional (PROFBIO) na associada

UFAL, como docente permanente e orientadora. Integra o corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino, da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), como colaboradora e orientadora. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, UFAL

INÁCIO MAMEDE DE LIMA possui graduação em licenciatura plena em física pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). É mestrando no Programa de pós graduação em ensino de ciências e Educação Matemática (PPGECM-UEPB) e Professor da Rede Estadual de Ensino. E-mail: nybamamede@hotmail.com

JOSÉ JOELSON PIMENTEL DE ALMEIDA é Doutor em Ensino, Filosofia e História das Ciências, linha Educação, pela Universidade Federal da Bahia (UFBA); Mestre em Educação, área de concentração Ensino de Ciências e Matemática, pela Universidade de São Paulo (USP); Licenciado em Matemática pela Universidade de São Paulo (USP). Experiência no Ensino Superior, Ensino Fundamental e Ensino Médio. Professor do curso de Licenciatura em Matemática e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual da Paraíba (PPGECM-UEPB). Coordenador do PPGECM-UEPB no período 2016-2021. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Educação Matemática, atuando principalmente na formação de professores que ensinam matemática, em especial com temáticas que incluem leitura e escrita em Educação Matemática. É membro líder do Leitura e Escrita em Educação Matemática – Grupo de Pesquisa (LEEMAT). E-mail: jjmat@alumni.usp.br

JOHN ANDREW FOSSA possui Graduação em Filosofia pela College Of The Holy Cross (1972), Mestrado em Filosofia pela Fordham University (1974) e Doutorado em Educação Matemática pela Texas A&M University System (1994). Atualmente é Professor Adjunto da Universidade Federal do Rio Grande do Norte e docente do PPGCEM-UEPB. Tem experiência na área de Matemática, com ênfase em História da Matemática. Atuando principalmente nos seguintes temas: Educação Matemática, Intuicionismo e Construtivismo Radical. E-mail: jfossa03@gmail.com

THIAGO PEREIRA DA SILVA é mestre em Ensino de Química (UFRN). Especialista em Educação Ambiental (FIP) e em Metodologia do Ensino de Química e Biologia (UNINTER). Licenciado em Química (UEPB). Membro do Grupo de Pesquisa em Metodologia para a Educação Química (GPMEQ). Professor Assistente da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF). E-mail: profthiagopereira.silva@gmail.com

MARCELO GOMES GERMANO possui graduação em Licenciatura Plena Em Física pela Universidade Estadual da Paraíba (1987), Especialização em Ensino de Ciências pela Universidade Estadual da Paraíba (1992), Mestrado em Física pela Universidade Federal da Paraíba (1996), Doutorado em Educação (Fundamentos e Processos em Educação Popular) pela UFPB 2008. Atualmente é professor Doutor-B, da Universidade Estadual da Paraíba e vinculado ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (UEPB), atuando principalmente nos seguintes temas: Popularização da Ciência e Tecnologia, Comunicação Pública da Ciência, Ensino de ciências (Física), História e filosofia da ciência. E-mail: mggermano24@gmail.com

MÁRCIA ADELINO DA SILVA DIAS é bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (1993) e licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Potiguar (2006). Mestre em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2001) e Doutora em Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2008). Atualmente desenvolve atividades como professora adjunta na Universidade Estadual da Paraíba/Campus I, ministrando as disciplinas de: Estágio Supervisionado em Ensino de Ciências e Biologia, Filosofia da Ciência, Filosofia da Educação e Pesquisa em Ensino de Biologia. Docente efetiva do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGECM), do Centro de Ciência e Tecnologia - CCT/UEPB. Fundadora e coordenadora do Grupo de Estudos da Complexidade e da Vida (GRECOMVIDA)/Campus I/UEPB. Quando de seu ingresso no quadro docente da UEPB, deu continuidade às pesquisas na área de formação docente e inseriu as pesquisas em Didática e Ensino de Ciências, a partir do Programa de Bolsas de Iniciação à Docência PIBID/CAPES e do Programa de Residência Pedagógica/CAPES, no qual está inserida como coordenadora da área de Biologia. Os projetos de Iniciação Científica, PIBID, Extensão Universitária e PROPESQ têm encontrado continuidade com a Linha de Pesquisa em Didática, no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (CCT/UEPB), no qual as pesquisas têm sido integradas em um sistema complexo que articula a formação docente às pesquisas em etnobiologia. E-mail: adelinomarcia@yahoo.com.br

MARIA ELIDIANA ONOFRE COSTA LIRA é Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Área de concentração Ensino de Química. Licenciada em Química pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Membro do Grupo de

pesquisa em metodologia para a Educação Química (GPMEQ). Professora na Universidade Estadual da Paraíba(UEPB). E-mail: elidiana_onofre@hotmail.com

NEIREVANE NUNES FERREIRA DE SOUZA é mestra em Ensino de Ciências e Matemática pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) na Universidade Federal de Alagoas UFAL (2017). Especialista em Biodiversidade e Manejo de Unidades de Conservação pela Universidade Federal de Alagoas (2008). Graduada em Ciências Biológicas - Licenciatura e Bacharelado pela Universidade Federal de Alagoas (2005). Professora de Ciências da rede pública de Maceió e Marechal Deodoro.

WELIDA TAMIRES ALVES DA SILVA é Graduada em Licenciatura em Química pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Foi participante do Curso de extensão em línguas estrangeiras (Modalidade - Espanhol), de projetos extensionistas e de Iniciação Científica na mesma Instituição de Ensino Superior (IES). Têm experiência na área de Química, com ênfase em Ensino de Química e Educação Ambiental. Mestranda no Programa de Pós-graduação em Química (PPGQ) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

PAULO CÉSAR GEGLIO possui graduação em filosofia pela USP; Mestrado em Educação: História, Política, Sociedade e Doutorado em Educação: Psicologia da Educação, ambos pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Atualmente é professor Associado na Universidade Federal da Paraíba, ministrando disciplinas de Fundamentos da Educação. Faz estudos e pesquisas no segmento da formação de professores, abrangendo práticas profissionais, identidade e políticas para a formação. Faz parte do grupo de pesquisa sobre formação docente, do Centro

de Educação da UFPB. Professor Permanente no PPGECEM/UEPB. E-mail: pgeglio@yahoo.com.br

PEDRO LUCIO BARBOZA possui graduação em Licenciatura Plena em Matemática pela Universidade Estadual da Paraíba (1978), Especialização em Metodologia das Ciências Pela UEPB (1994), Mestrado em Educação pela Universidade Federal da Paraíba (1995) e Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências pela UFBA (2011). Atualmente é professor efetivo da Graduação da Universidade Estadual da Paraíba. Professor do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (UEPB). Pesquisa principalmente os seguintes temas: discurso do professor, linguagem, interações discursivas e aprendizagem na sala de aula de matemática. Tem experiência em formação de professores e gestão escolar.

PEDRO FRANCO DE SÁ possui graduação em Licenciatura Plena Em Matemática pela Universidade Federal do Pará (1988), mestrado em Matemática pela Universidade Federal do Pará (1996) e doutorado em Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2003). Foi o diretor, no período de junho de 2012 a maio de 2016, do Centro de Ciências Sociais e Educação da Universidade do Estado do Pará onde é professor Titular de Educação Matemática do Departamento de Matemática, Estatística e Informática desde 2013. É docente fundador do Programa de Mestrado em Educação do CCSE-UEPA, docente fundador da REAMEC e docente fundador do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Matemática do CCSE-UEPA. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Educação Matemática, atuando principalmente nos seguintes temas: educação matemática, ensino de matemática por atividades, matemática no ensino fundamental e uso de novas

tecnologias em sala de aula, em particular uso didático da calculadora. E-mail: pedro.franco.sa@gmail.com

RAILTON BARBOSA DE ANDRADE é doutor em Química pela UFPB (2016). Mestre em Química pela UFPB (2012). Graduado em Licenciatura em Química pela UEPB (2009). Atualmente é pesquisador de pós-doutorado (PNPD/CAPES), desenvolvendo pesquisas em Química Teórica relacionadas aos seguintes temas: Físico-Química; Química Teórica; Estudo Teórico de Mecanismos de Reações Orgânicas; Estados Excitados/Fotodissociação de N-nitrosaminas e HCFCs. Vinculado ao Grupo de Pesquisa Modelagem Computacional de Reações Atmosféricas, Orgânicas e de Interesse Biológico (UFPB). Na área de Educação Química, é colaborador do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGECM) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Colabora em projetos de Pesquisa e Extensão, com ênfase em Ensino de Química e desenvolve pesquisas nas linhas de ensino e aprendizagem em Química e formação de professores para utilização das novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). E-mail: railtoncg@gmail.com

Sobre o livro

Foto da capa | Isabela Almeida

Revisão Linguística | Cleriston de Oliveira Costa

Projeto Gráfico e Editoração | Jéfferson Ricardo Lima Araujo Nunes

Tipologias Utilizadas | Myriad Pro 16/18pt
Adobe Caslon Pro 12/14 pt

Em um momento em que as ciências, a educação e a cultura sofrem tanto com ações ou omissões em termos de políticas em que faltam recursos para a sua sobrevivência, o nome Caroá se sustenta como adequado para a coleção, representando a resistência dos pesquisadores, educadores e demais protagonistas envolvidos nessa construção.

Neste segundo volume da Coleção Caroá apresentamos um conjunto de doze capítulos, envolvendo uma complexa rede de autores/atores das pesquisas e práticas; professores/pesquisadores e formadores; professores da educação básica; programas de pós-graduação; grupos e projetos de pesquisa; cursos de licenciaturas; universidades e escolas; sobretudo gente fazendo e pensando a educação e a pesquisa. A partir de pesquisas desenvolvidas em programas de pós-graduação da Área Ensino, Brasil afora, apresentamos um entrelaçamento entre teoria e prática, como sempre costumamos afirmar e pretendemos manter como propósito da Coleção, envolvendo quatro áreas temáticas: Educação Biológica, Educação Matemática, Educação Química e Ensino de Física.

ISBN 978-65-86221-86-2



 **eduepb**