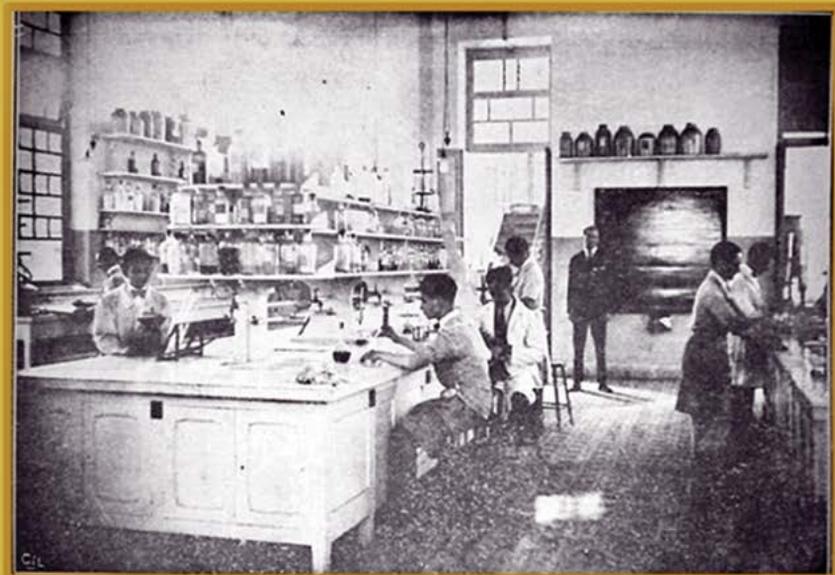


Org.
Maria Dulcimar de Brito Silva
André Silva dos Reis

História da Ciência no Pará

Tópicos, propostas e perspectivas





Universidade do Estado do Pará

Reitor

Rubens Cardoso da Silva

Vice-Reitor

Clay Anderson Nunes Chagas

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação

Renato da Costa Teixeira

Pró-Reitora de Graduação

Ana da Conceição Oliveira

Pró-Reitora de Extensão

Alba Lúcia Ribeiro Raithy Pereira

Pró-Reitor de Gestão e Planejamento

Carlos José Capela Bispo



Editora da Universidade do Estado do Pará

Coordenador e Editor-Chefe

Nilson Bezerra Neto

Conselho Editorial

Francisca Regina Oliveira Carneiro

Hebe Morganne Campos Ribeiro

Joelma Cristina Parente Monteiro Alencar

Josebel Akel Fares

José Alberto Silva de Sá

Juarez Antônio Simões Quaresma

Lia Braga Vieira

Maria das Graças da Silva

Maria do Perpétuo Socorro Cardoso da Silva

Marília Brasil Xavier

Núbia Suely Silva Santos

Renato da Costa Teixeira (Presidente)

Robson José de Souza Domingues

Pedro Franco de Sá

Tânia Regina Lobato dos Santos

Valéria Marques Ferreira Normando

Realização

Universidade do Estado do Pará - UEPA
Grupo de Pesquisa em Ciência, Tecnologia, Meio Ambiente
e Educação Não Formal - CTENF
Editora da Universidade do Estado do Pará-Eduepa

Normalização e Revisão

Edirnelis Moraes dos Santos

Marco Antônio da Costa Camelo

Capa

André Silva dos Reis

Maria Dulcimar de Brito Silva

Design

Flávio Araujo

Diagramação

Odivaldo Teixeira Lopes

Foto de capa

Escola de Química Industrial do Pará (1920)

Apoio Técnico

Arlene Sales Duarte Caldeira

Bruna Toscano Gibson

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema de Bibliotecas da UEPA - SIBIUEPA

H673 História da Ciência no Pará: tópicos, propostas e perspectivas / Maria Dulcimar de Brito Silva; André Silva dos Reis (Orgs.). – Belém : EDUEPA, 2020.

256 p.

Vários colaboradores

Inclui bibliografias

ISBN 978-65-88106-11-2

1. Ciência - História. 2. Ciência - Pará 3. Ciência - Amazônia. 4. Ciência - ensino. 5. Ciência - recurso educacional. 6. Química. 7. Física. 8. Matemática. 9. Biologia. I. Silva, Maria Dulcimar de Brito. II. Reis, André Silva dos. III. Título.

CDD 500.98115 – 22.ed.

Ficha Catalográfica: Rosilene Rocha CRB-2/1134

Editora filiada



Editora da Universidade do Estado do Pará - EDUEPA

Travessa D. Pedro I, 519 - CEP: 66050-100

E-mail: eduepa@uepa.br/livrariadauepa@gmail.com

Telefone: (91) 3222-5624



@eduepaoficial

Apresentação

Este livro surgiu da necessidade de demonstrar o quanto a História da Ciência pode transformar o desenvolvimento do Ensino de Ciências, tornando suas temáticas mais interessantes e plausíveis para a formação do indivíduo. Nos anos de 2016, 2017 e 2019, realizamos, no Centro de Ciências e Planetário do Pará, encontros que abordaram a História da Ciência e Ensino, bem como a História da Ciência na Amazônia, que foram tratados pelo Grupo de Pesquisa Ciência, Tecnologia, Meio Ambiente e Educação Não Formal – CTENF. Neste grupo, desenvolvemos estudos acerca da importância de se ensinar Ciências, de como os graduandos deveriam demonstrar suas pesquisas no âmbito acadêmico, e igualmente fomentar novos interesses pelos alunos atendidos.

Os membros do grupo de pesquisa e colaboradores estão sempre desenvolvendo trabalhos de significativa importância sobre a História da Ciência, que estão disponibilizados nesta obra intitulada “História da Ciência no Pará: tópicos, propostas e perspectivas”. Os trabalhos produzidos, que compõem o livro, fazem referência às disciplinas Química, Física, Matemática e Biologia, produzidos por professores e técnicos que atuam no Centro de Ciências e Planetário do Pará, assim como por docentes convidados, que participaram dos eventos realizados e que contribuíram como palestrantes.

Com o objetivo de socializar estes trabalhos no meio científico, é que propomos que a publicação desse livro seja utilizada por professores em sala de aula e outros espaços de ensino, para possibilitar aos alunos estratégias que proporcionem uma aprendizagem de qualidade. As temáticas abordadas pelos autores traduzem a importância da História da Ciência para a Formação Inicial e Continuada de Professores em um contexto relacionado às pesquisas aplicadas para graduandos, assim como as pesquisas teóricas sobre a História da Ciência na Amazônia.

Por fim, pretendemos que este livro contemple um perfil moderno, possibilitando ao professor apoio para o planejamento de suas aulas de acordo com as pesquisas sobre História da Ciência e que apresentem a seus alunos uma maior amplitude sobre tais conhecimentos, demonstrando novas interpretações para que se possa promover uma aprendizagem significativa.

Prof^ª. Maria Dulcimar de Brito Silva

Prof. André Silva dos Reis

Organizadores

MARIA DULCIMAR DE BRITO SILVA. Graduação em Licenciatura Plena em Química pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Mestre em Química de Produtos Naturais pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Professora Assistente IV (UEPA). Membro do Grupo de Pesquisa em Ciência, Tecnologia, Meio Ambiente e Educação Não Formal (CTENF).

ANDRÉ SILVA DOS REIS. Graduação em Licenciatura Plena em Ciências Naturais com Habilitação em Química pela Universidade do Estado do Pará (UEPA). Mestre em Química pela Universidade Federal do Pará. Técnico em Química do Centro de Ciências e Planetário do Pará. Membro do Grupo de Pesquisa em Ciência, Tecnologia, Meio Ambiente e Educação Não Formal (CTENF).

Autores

ABRAÃO CARDOSO MORAES. Graduado em Licenciatura Plena em Ciências Naturais – Química (UEPA).

ADRIANE TRINDADE SARAH. Graduada em Licenciatura Plena em Ciências Naturais – Química (UEPA).

ALÍCIA THAYNA DA SILVA ALVES. Graduada em Licenciatura Plena em Ciências Naturais – Física (UEPA).

ARILSON DA CONCEIÇÃO ROCHA. Graduando em Licenciatura em Matemática (UEPA). Estagiário do Centro de Ciências e Planetário do Pará (UEPA).

BIANCA VENTURIERI. Graduada em Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas (UFPE). Mestre em Ciências do Comportamento (UFPA). Doutora em Educação para a Ciência (UNESP). Professora Assistente III (UEPA). Membro do Grupo de Pesquisa em Ciência, Tecnologia, Meio Ambiente e Educação Não Formal (CTENF).

CAIO RENAN GOES SERRÃO. Graduado em Licenciatura Plena em Ciências Naturais – Química (UEPA). Mestre em Ciências Ambientais (UEPA). Professor do Colégio Tenente Rêgo Barros.

CÁSSIA DE PAULA FREITAS DA SILVA. Técnica em Química Industrial (IFPA). Graduada em Licenciatura Plena em Ciências Naturais – Química (UEPA). Especialista em Ensino de Química (UEPA).

DOUGLAS DE OLIVEIRA PANTOJA. Graduando em Licenciatura em Química (UEPA). Estagiário do Centro de Ciências e Planetário do Pará (UEPA). Membro do grupo de Pesquisa Química, Ensino de Química e Meio Ambiente (UEPA).

ERICK ELISSON HOSANA RIBEIRO. Graduado em Licenciatura em Física (UFPA). Mestre em Ensino de Ciências (UFPA). Doutor em Educação para a Ciência (UNESP – Bauru). Professor Assistente II da Universidade do Estado do Pará (UEPA).

FÁBIO ANDRÉ PENA MOURÃO. Graduado em Licenciatura Plena em Física (UFPA).

FILIFE VICTOR PORTAL REIBEIRO. Graduado em Licenciatura Plena em Ciências Naturais – Química (UEPA).

FRANCISCO EVERDOSA TOLOSA. Graduado em Licenciatura Plena em Química (UFPA).

GYSELE MARIA MORAIS COSTA. Graduada em Licenciatura Plena em Ciências Naturais – Química (UEPA). Especialista em Análise Ambiental (UFPA).

HELLEN TAMYRES SOUZA CRUZ. Graduada em Licenciatura Plena em Ciências Naturais – Física (UEPA).

INARA LARISSA DOS SANTOS VASCONCELOS. Graduanda em Licenciatura em Química (UFPA). Estagiária do Centro de Ciências e Planetário do Pará (UEPA).

JOSIEL COSTA BARBOSA. Graduado em Licenciatura Plena em Química (UFPA).

JULIANE LARISSA BARBOSA SANTOS. Graduanda em Licenciatura Plena em Ciências Naturais - Química (UEPA). Estagiária do Centro de Ciências e Planetário do Pará (UEPA).

JORGE RICARDO COUTINHO MACHADO. Graduação em Licenciatura em Química (UFPA). Doutor em Educação em Ciências (IEMCI). Professor Adjunto IV do Instituto de Educação (UFPA). Membro do Grupo de Estudos e Pesquisas em História e Filosofia das Ciências e da Educação Amazônica (IEMCI/UFPA).

KAROLINA RIBEIRO DOS SANTOS – Técnica em Química Industrial (IFPA). Graduada em Licenciatura Plena em Ciências Naturais – Química (UEPA). Membro do Grupo de Pesquisa Ciência, Tecnologia, Meio Ambiente e Educação Não-Formal (CTENF).

LÊDA YUMI HIRAI. Graduada em Licenciatura Plena em Ciências Naturais – Física (UEPA). Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Docência em Ensino de Ciências e Matemática (UFPA).

MICHAEL BRABO SIQUEIRA. Graduando em Licenciatura em Matemática (UEPA). Bolsista de Iniciação Científica do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/FAPESPA).

MIGUEL CHAQUIAM. Graduação em Matemática (CESEP). Especialista em Matemática (UNESPA). Mestre em Matemática (UFPA). Doutor em Educação (UFRN). Professor Adjunto IV da Universidade do Estado do Pará (UEPA). Coordenador do Grupo de Pesquisa em História Educação e Matemática na Amazônia (GHENAZ).<http://orcid.org/0000-0003-1308-8710>

NILTON JUNIOR SOUSA LIMA. Graduado em Licenciatura Plena em Ciências Naturais - Física (UEPA).

PAULO ALEXANDRE PANARRA FERREIRA GOMES DAS NEVES. Graduado em Licenciatura Plena em Ciências Naturais – Química (UEPA). Mestre em Ciências Ambientais (UEPA). Doutor em Biotecnologia (UFPA).

RAFAEL SILVA PATRÍCIO. Graduação em Licenciatura Plena em Matemática (UEPA). Mestre em Educação em Ciências e Matemática (UFPA). Professor Assistente I (UEPA). Membro do Grupo de Pesquisa Ciência, Tecnologia, Meio Ambiente e Educação Não Formal (CTENF).

RAMON GABRIEL PINHO BOTELHO DOS SANTOS. Graduando em Licenciatura em Química (UEPA).

RAYANE SABRINADOS REIS SOUSA. Graduação em Licenciatura Plena em Ciências Naturais – Química (UEPA). Professora de Ciências Físicas e Biológicas do Município de Mãe do Rio – PA.

REGINALDO DE OLIVEIRA CORRÊA JUNIOR. Graduação em Bacharelado em Física pela (UFPA). Mestre em Física pela (UFPA). Doutor em Física pela (UFRJ). Técnico em Física do Centro de Ciências e Planetário do Pará (CCPP). Membro do Grupo de Pesquisa em Ciência, Tecnologia, Meio Ambiente e Educação Não Formal (CTENF).

RODRIGO PINHEIRO VAZ. Graduado em Licenciatura Plena em Física (UFPA), Mestre em docência em Educação em Ciências e Matemática (UFPA).

RUY GUILHERME CASTRO DE ALMEIDA. Graduação em Li-

cenciatura Plena em Física pela Universidade Federal do Pará. Mestre em Física pela Universidade Federal do Pará, Doutor em História Social pela Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, da Universidade de São Paulo. Membro da Academia Paraense de Ciência.

STEPHANY ÀLICE PEREIRA MONTEIRO. Graduada em Licenciatura Plena em Ciências Naturais – Química (UEPA).

SUELEM COIMBRA DE CAMPOS. Graduada em Licenciatura Plena em Ciências Naturais – Biologia (UEPA). Especialista em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável (ESAMAZ).

TERY GABRIEL VIEGAS RAMOS. Graduando em Licenciatura Plena em Ciências Naturais – Física (UEPA).

Prefácio

Espaços de educação não formal desempenham importante papel na socialização de saberes inerentes às suas atividades fim. Muitos desses espaços estão voltados para a educação em ciências e assim complementam a educação formal a partir de atividades que abordam os conteúdos curriculares inclusive da educação básica. Acontece que, além da divulgação científica, esses ambientes podem ser locais de desenvolvimento de importantes estudos e pesquisas. Nessa perspectiva, o livro intitulado **“História da Ciência no Pará: tópicos, propostas e perspectivas”** se originou a partir de atividades desenvolvidas no Centro de Ciências e Planetário do Pará, pertencente à Universidade do Estado do Pará, um dos espaços mais relevantes de educação não formal no estado do Pará.

O livro foi organizado pelos professores Maria Dulcimar de Brito Silva e André Silva dos Reis que, ao longo dos anos, têm atuado no Centro de Ciências e Planetário do Pará e contribuído para a ampliação do conhecimento científico de todos aqueles – estudantes, professores, pesquisadores e a comunidade em geral – que frequentam esse importante espaço de educação não formal. Em 19 capítulos, o livro se espraia por diferentes campos da História da Ciência, abrangendo disciplinas como Biologia, Física, Química e Matemática. O saber científico disposto em cada capítulo e a excelente abordagem dos conteúdos promovida pelos autores enriquecem sobremaneira esse livro e asseguram seu sucesso como referência científica qualificada.

A temática “história” é abordada em 10 capítulos deste livro, a saber: *Breve História da Química no Pará; A História da Ciência como facilitadora na aprendizagem: a abordagem dos primeiros estudos de Linus Carl Pauling pelo método de Laue e Bragg acerca da Natureza das Ligações Químicas; Thomas Martin Lowry uma interface entre a História da Ciência e o Ensino: teoria de ácidos e bases; A inserção da História da Ciência no ensino de Termodinâmica; O Papel da História no Estudo de Ácidos e Bases: A Concepção de Svante August Arrhenius; Abordagem da História da Ciência no Ensino de Química Analítica: Identificação de Cloreto pelo Método de Mohr; Da História para a Sala de Aula: O Episódio de Júlio César Ribeiro de Souza (1843-1887) e a Dirigibilidade Aérea numa Abordagem Regional para o Ensino de Física; Facetas da História da Matemática e da Educação Matemática na Amazônia;*

O contexto histórico da supercondutividade para o Ensino de Física; Panorama da História da Ciência na Amazônia: desafios e Perspectivas.

Temas que atuam na interface entre a história e questões relacionadas à metodologias, atividades experimentais, recursos educacionais e formação de professores são abordados em seis capítulos deste livro, quais sejam: *A Metodologia de Ensino de Marie Curie Aplicada na Formação Científica de Jovens Licenciandos em Química; Cooperativa de ensino e as aulas de Marie Curie: a contribuição da experimentação para o Ensino de Física; Tabuleiro Químico dos Grandes Cientistas como Recurso Educacional para o Ensino da História da Ciência; A História da Ciência como atividade educativa para formação sócio-científica de professores; As contribuições de Vicente Coelho de Seabra Silva e Telles como metodologia para o ensino de nomenclatura química: um tópico para a formação de professores; Interface Didática entre a Literatura e o Ensino de Química: atividades experimentais em uma abordagem do livro A Tabela Periódica de Primo Levi.*

Em seu viés multidisciplinar, o livro apresenta dois capítulos que associam a história da ciência a grandes filósofos, como Issac Newton, e figuras eminentes da ciência pararense, como Clara Martins Pandolfo, primeira mulher a se formar em Química na Região Norte do Brasil. Esses capítulos se intitulam, respectivamente, *A mecânica celeste e a visão pós-newtoniana: O sistema solar segundo Kant e Laplace* e *Clara Pandolfo Ciência e Amazônia: tessituras sociotécnicas*. Além disso, um terceiro capítulo, intitulado, *Os significados por trás da geometrização na cultura dos Asurinis do Xingu*, apresenta os significados dos padrões geométricos encontrados no grafismo da tribo Asurini do Xingu no Estado do Pará em função dos padrões geométricos presentes nesta arte.

O conhecimento científico construído ao longo dos anos foi obra de esforços e dedicação de inúmeros cientistas que, de forma singular ou coletiva, conseguiram desvendar os fenômenos da natureza e nos proporcionaram enxergar além do horizonte. A cada quebra de paradigma, a sociedade avança na perspectiva de que a verdade é humana. A história da ciência permite desvelar o passado e assim mostrar o caminho trilhado pelos cientistas para cada avanço da ciência. A importância desse livro se justifica porque ele sintetiza a história da ciência no estado Pará. Na verdade, este livro já é parte dessa história.

Prof. Dr. Altem Nascimento Pontes
Universidade do Estado do Pará

SUMÁRIO

BREVE HISTÓRIA DA QUÍMICA NO PARÁ.....	15
<i>André Silva dos Reis; Maria Dulcimar de Brito Silva</i>	
CLARA PANDOLFO, CIÊNCIA E AMAZÔNIA: TESSITURAS SOCIOTÉCNICAS.....	30
<i>Jorge Ricardo Coutinho Machado</i>	
PANORAMA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NA AMAZÔNIA: DESAFIOS E PERSPECTIVAS.....	48
<i>Ruy Guilherme Castro de Almeida</i>	
FACETAS DA HISTÓRIA DA MATEMÁTICA E DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA NA AMAZÔNIA.....	61
<i>Miguel Chaquiam</i>	
OS SIGNIFICADOS POR TRÁS DA GEOMETRIZAÇÃO NA CULTURA DOS ASURINI DO XINGU.....	78
<i>Arlson da Conceição Rocha; Michael Brabo Siqueira; Rafael Silva Patrício; Maria Dulcimar de Brito Silva</i>	
A HISTÓRIA DA CIÊNCIA COMO ATIVIDADE EDUCATIVA PARA FORMAÇÃO SÓCIO-CIENTÍFICA DE PROFESSORES.....	93
<i>Suellem Coimbra de Campos; Bianca Venturieri</i>	
DA HISTÓRIA PARA A SALA DE AULA: O EPISÓDIO DE JÚLIO CÉZAR RIBEIRO DE SOUZA (1843 – 1887) E A DIRIGIBILIDADE AÉREA NUMA ABORDAGEM REGIONAL PARA O ENSINO DE FÍSICA.....	104
<i>Erick Elisson Hosana Ribeiro; Hellen Tamyres Souza Cruz; Alícia Thayna da Silva Alves</i>	
A MECÂNICA CELESTE E A VISÃO PÓS-NEWTONIANA: O SISTEMA SOLAR SEGUNDO KANT E LAPLACE.....	120
<i>Tery Gabriel Viegas Ramos; Reginaldo de Oliveria Corrêa Junior; Rodrigo Pinheiro Vaz</i>	

O CONTEXTO HISTÓRICO DA SUPERCONDUTIVIDADE
PARA O ENSINO DE FÍSICA.....132

*Fábio André Pena Mourão; Nilton Junior Sousa Lima; Reginaldo de Oliveira Cor-
rêa Junior*

A METODOLOGIA DE ENSINO DE MARIE CURIE APLICADA
NA FORMAÇÃO CIENTÍFICA DE JOVENS LICENCIANDOS
EM QUÍMICA.....142

*Francisco Everdosa Tolosa; Josiel Costa Barbosa; Maria Dulcimar de Brito Silva;
André Silva dos Reis*

COOPERATIVA DE ENSINO E AS AULAS DE MARIE CURIE:
A CONTRIBUIÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO PARA O ENSINO
DE FÍSICA.....154

Lêda Yumi Hirai; Gysele Maria Morais Costa; Maria Dulcimar de Brito Silva

A HISTÓRIA DA CIÊNCIA COMO FACILITADORA NA
APRENDIZAGEM: A ABORDAGEM DOS PRIMEIROS
ESTUDOS DE LINUS CARL PAULING PELO MÉTODO DE
LAUE E BRAGG ACERCA DA NATUREZA DAS LIGAÇÕES
QUÍMICAS.....163

*Karolina Ribeiro dos Santos ; André Silva dos Reis; Gysele Maria Morais Costa;
Maria Dulcimar de Brito Silva; Ronilson Freitas de Souza*

THOMAS MARTIN LOWRY: UMA INTERFACE ENTRE A
HISTÓRIA DA CIÊNCIA E O ENSINO DA TEORIA DE ÁCIDOS
E BASES.....176

*Juliane Larissa Barbosa Santos; André Silva Reis; Maria Dulcimar de Brito Silva;
Ronilson Freitas de Souza*

A INSERÇÃO DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE
TERMODINÂMICA.....190

*Abraão Cardoso Moraes; André Silva dos Reis; Cássia de Paula Freitas da Silva;
Maria Dulcimar de Brito Silva*

O PAPEL DA HISTÓRIA NO ESTUDO DE ÁCIDOS E BASES: A
CONCEPÇÃO DE SVANTE AUGUST ARRHENIUS.....201

Inara Larissa dos Santos Vasconcelos; André Silva dos Reis; Cássia de Paula Freitas da Silva; Maria Dulcimar de Brito Silva

ABORDAGEM DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE
QUÍMICA ANALÍTICA: IDENTIFICAÇÃO DE CLORETO PELO
MÉTODO DE MOHR.....211

Douglas de Oliveira Pantoja; Ramon Gabriel Pinho Botelho dos Santos; André Silva dos Reis; Maria Dulcimar de Brito Silva; Ronilson Freitas de Souza

TABULEIRO QUÍMICO DOS GRANDES CIENTISTAS COMO
RECURSO EDUCACIONAL PARA O ENSINO DA HISTÓRIA
DA CIÊNCIA.....220

Adriane Trindade Sarah; Filipe Victor Portal Ribeiro; Maria Dulcimar de Brito Silva; Paulo Alexandre Panarra Ferreira Gomes das Neves

AS CONTRIBUIÇÕES DE VICENTE COELHO DE SEABRA
SILVA E TELLES COMO METODOLOGIA PARA O ENSINO
DE NOMENCLATURA QUÍMICA: UM TÓPICO PARA A
FORMAÇÃO DE PROFESSORES.....233

Stephany Alice Pereira Monteiro; Cássia de Paula Freitas da Silva; Gysele Maria Morais Costa; André Silva dos Reis; Maria Dulcimar de Brito Silva

INTERFACE DIDÁTICA ENTRE A LITERATURA E O ENSINO
DE QUÍMICA: ATIVIDADES EXPERIMENTAIS EM UMA
ABORDAGEM DO LIVRO A TABELA PERIÓDICA DE PRIMO
LEVI.....244

Rayane Sabrina dos Reis de Sousa; Maria Dulcimar de Brito Silva; Caio Renan Goes Serrão

BREVE HISTÓRIA DA QUÍMICA NO PARÁ

André Silva dos Reis

Maria Dulcimar de Brito Silva

Considerações iniciais

Os conhecimentos químicos no Brasil eram usados pelos povos nativos muito antes da chegada dos europeus, esses povos criaram um vasto conhecimento sobre o uso da biodiversidade brasileira, o que os permitia utilizar plantas, fungos e animais como alimento, medicamentos, cosméticos e armas. Mesmo sem ter uma compreensão científica, realizavam processos químicos para obter o que desejavam a partir dos elementos que encontram na natureza, sem deteriorá-la.

Com a colonização, a necessidade de se obter bens que atendessem os interesses econômicos da coroa portuguesa trouxe para o território brasileiro as práticas de fundição dos metais, mineração, destilação, produção de pólvora, além dos famosos boticários, que por muito tempo exerceram o papel de farmacêuticos e médicos no período colonial.

Na região que hoje conhecemos como estado do Pará, as práticas dos povos nativos e dos colonizados espontâneos ou não – como era o caso dos africanos que chegaram à região na condição de escravos – também se faziam presentes, já que por séculos foram esses grupos étnicos responsáveis, mesmo que indiretamente, pela atividade química nesse pedaço da Amazônia.

O conhecimento científico só se fez presente com a chegada das primeiras missões científicas na Amazônia por volta do século XIX, as quais eram organizadas por estrangeiros e naturalistas que tinham como foco principal conhecer e catalogar a biodiversidade da região. No Pará colonial, não havia instituições de ensino onde o conhecimento científico poderia ser ensinado e desenvolvido.

Somente no período imperial surgiram as primeiras instituições de ensino de primeiras letras, seguido do ensino secundário. Apenas na segunda metade do século XIX, foram criados os primeiros cur-

tos superiores em que a Química passou a ser institucionalizada como componente curricular. No entanto, foi no início do século XX que a Química assumiu no Pará moldes de curso superior, para assim iniciar uma discreta pesquisa de cunho acadêmico.

Este capítulo descreve brevemente como a Química se consolidou no Pará e de quais maneiras era empregada até chegar em um âmbito mais acadêmico de pesquisa.

A Química antes da chegada dos europeus

Antes dos portugueses iniciarem o processo de exploração e colonização do território que hoje delimita o estado do Pará, as tribos indígenas já dominavam essa região. Como apontam alguns estudos, essas civilizações nativas da região amazônica detinham organizações sociais e tecnológicas bastante estruturadas.

Os indígenas já faziam uso de técnicas que envolviam processos químicos de forma diversificada e com determinados fins, porém sempre visando à subsistência das aldeias. A cultura da mandioca estabelecida por esses povos possuía parâmetros para o seu cultivo, o local de plantio era roçado e se fazia uso de queimadas controladas, a fim de enriquecer o solo com sais e óxidos necessários para a germinação das novas mudas (OLIVEIRA et al., 2012; PINTO, 2002). Fazia-se uso de metabólitos secundários de animais e plantas para obtenção de venenos, que eram empregados na caça e para produção de medicamentos para o tratamento das enfermidades. Extraía-se pigmentos das plantas para fabricar cosméticos e maquiagem utilizados em rituais religiosos, em confrontos com tribos inimigas e em utensílios de cerâmica (CALAINHO, 2005; GURGEL, 2009) os indígenas não desenvolveram imunidade diante de vírus e bactérias originários de outros continentes. Apesar de seu habitat não ser destituído de uma grande variedade de moléstias (dentre elas o pian, a leishmaniose cutânea e a doença de Chagas. Evidências dessas práticas são os artefatos em cerâmica encontrados em sítios arqueológicos e em pinturas de artistas que se dedicaram a retratar o cotidiano desses povos, como ilustram as Figuras 1 e 2.

Figura 1 - Tigela rasa com motivo decorativo em marrom da cerâmica marajoara



Fonte: (AMORIM, 2010).

Figura 2 - Aparência e o cotidiano dos índios Apiaká. Pintura de Hercules Florence, 1827



Fonte: Acervo da Russian Academy of Sciences, Rússia.

Na Figura 1, é possível observar na cerâmica que os indígenas já tinham o domínio sobre as técnicas de pigmentação dos utensílios de argila, e de incineração para obter a coloração que desejavam, além de fazer usos de determinadas ceras que permitiam a impermeabilização dos utensílios. A Figura 2 é muito usada nos livros didáticos de História do Brasil e ilustra perfeitamente como e onde os indivíduos da etnia Apiaká usavam pigmentos não tóxicos oriundos de plantas em seus corpos. Essa etnia habitou por séculos as regiões onde hoje são os estados do Pará e Mato Grosso.

A mandioca (*Manihotesculenta Crantz*), quando os europeus chegaram no Brasil, já tinha seu uso bem disseminado entre os nativos, sendo uma planta com múltiplas serventias, já que praticamente todas as partes da planta eram consumidas pelos indígenas. Das raízes, extrai-se uma polpa rica em carboidrato, a partir da se produzia farinha, beiju e massa para mingau (CARVALHO, 2006). Da parte líquida, obtém-se a fécula de mandioca por meio de um processo de decantação e o líquido sobrenadante, chamado de tucupi, era usado no preparo de sopas, contudo, in natura, esse líquido era venenoso, por isso, ao longo do tempo, os indígenas desenvolveram uma técnica para torná-lo consumível, cozinhando-o por alguns dias; hoje, sabe-se que o caráter tóxico é em consequência do ácido cianídrico, que durante o processo de fervura é degradado (SILVA; FILIPINI, 2011). Uma sopa com as folhas mandioca trituradas já era consumida pelos índios como forma de suprir as necessidades de fibras na dieta. As folhas passavam também dias cozinhando para degradar o ácido cianídrico, atualmente essa sopa é conhecida como maniçoba. Das variedades de mandioca mais ricas em amido, os indígenas produziam bebidas alcoólicas provenientes da fermentação (GUIMARÃES, 2016; PICANÇO, 2017).

Portanto, é possível afirmar, por meio dos exemplos citados, que os povos indígenas no Pará ao longo da história foram aprimorando suas técnicas e conhecimentos sobre a Química, mesmo sem saberem que estavam lidando com um conhecimento científico, mas que hoje seus conhecimentos acerca da natureza contribuem para o desenvolvimento da Química no Pará e Amazônia.

A Química no período colonial no Pará

Durante o período colonial na província do Pará, as práticas de técnicas químicas eram quase inexistentes, a economia era em grande parte extrativista, concentrada principalmente em explorar os recursos naturais conhecidos como drogas do sertão, exceto por duas atividades, a exercida nos engenhos de açúcar e água ardente e a química medicinal, praticada pelos boticários e pelos pouquíssimos médicos que atuavam nas expedições a mando da coroa ou no combate das epidemias de varíola que assolaram por séculos a capitania do Pará (CARDOSO, 2010; MIRANDA, 2010).

A Química no Colégio Paes de Carvalho

No final do século XIX, a Química já era ensinada como disciplina curricular do curso ginásial do Lyceu Paraense em Belém – então Colégio Estadual Paes de Carvalho, com base no regulamento de 12 de maio de 1869, expedido pelo próprio colégio. A Química era componente do currículo tanto do curso secundário comercial como do curso humanista, sendo estudada apenas no 6º ano dos cursos (FRANÇA, 1997). Neste período, a Química era ministrada juntamente com a Física, contudo, cabe que os professores que ministravam essa disciplina eram farmacêuticos ou médicos, devido à falta de profissionais formados em química no Pará (SILVA et al., 2010).

O ensino de Química se torna mais presente como uma ciência com o surgimento de duas instituições de ensino superior e técnico, a saber: a Escola de Pharmácia e a Escola de Química Industrial do Pará. Tais instituições foram de grande importância para a consolidação da Química na Amazônia, possuindo destaque em âmbito nacional no período de seus funcionamentos, tornando-se centros de estudo e pesquisa Química no Pará.

A Escola de Pharmácia

A criação da Escola de Pharmácia do Pará pela Lei Estadual de nº 874, de 23 de outubro de 1903, durante o governo do Dr. Augusto Montenegro, foi mais um marco para a institucionalização da Química em nível superior. O curso começou a funcionar no dia 01 de abril de 1904,

tendo como finalidade formar profissionais de nível superior, atender à carência desses profissionais para suprir as necessidades da população de Belém com relação aos serviços de saúde pública, motivo que levou o governador da época a criar esta instituição (VELLOSO, 2002).

O Dr. Francisco Miranda foi o primeiro diretor da escola e atuou como professor de História Natural, já o Dr. Juvenal Cordeiro era responsável pela disciplina de Pharmacologia, e o Dr. Giuseppe Martina era encarregado de ministrar a disciplina de Chimica Médica. Inicialmente, o curso tinha a duração de dois anos e as mesmas disciplinas eram estudadas nesse período, apenas os métodos. Em 29 de agosto de 1904, o Governo Federal baixou o Decreto nº 5294 equiparando este estabelecimento aos demais oficiais do país, e em 1911 entrou em execução a Lei Orgânica de Ensino Superior e Funcionamento da República, ou Lei Rivadavia, cujas novas exigências exigiam adaptações, como a duração dos cursos que antes era de dois anos passando a ser de três anos e seis períodos, além de novas disciplinas para constituir o currículo. Conforme Silva (2003, p. 51):

O curso foi elevado para 3 anos divididos em seis períodos letivos, passando a ser constituído pelas seguintes disciplinas assim seriadas: 1º ano: Physica; Chimica mineral; Biologia e Parasitologia. 2º ano: Chimica Orgânica; Chimica Analítica; Microbiologia e Pharmacologia (1ª parte). 3º ano: Matéria Médica; Noções de Higiene; Chimica Industrial; Chimica Toxicológica; Chimica Bromatológica e Pharmacologia (2ª parte).

O curso passou ainda por várias modificações para se adaptar às novas exigências e leis educacionais que surgiram ao longo do tempo em que a Escola de Pharmácia estava em funcionamento, como a inclusão, em 1917, das disciplinas de Physica Pharmacêutica, Química Orgânica, História Natural Médica e Pharmácia Prática no 1º ano, substituindo disciplinas como Physica, Biologia e Parasitologia; no 2º ano, a disciplina de Química Orgânica foi subtraída, passando para o 1º ano; já no 3º ano, a Matéria Médica foi retirada e houve a adoção de exames de admissão e avaliativos em todos os anos do curso, entre outras alterações (SILVA, 2003).

Segundo Silva (2003), em 1921, por meio de inspeções, foi necessário reorganizar o patrimônio da escola para que novamente pudesse se equipar as exigências do Governo Federal, para tanto, foi baixado um Decreto de nº 3821, de 5 de abril de 1921, porém foi só em novembro do referido ano que o Congresso Legislativo do Estado votou esta lei para ser sancionada pelo Governo do Estado, a qual foi publicada em 9 de novembro de 1921. Esse decreto proporcionou tanto alterações na estrutura da escola como no corpo técnico e docente. Com isso, nomeou-se o farmacêutico Antônio Augusto de Carvalho Brazil para o cargo de diretor e o médico o Dr. Otto Santos, como docente da escola. A partir dessas mudanças, houve uma nova disposição dos docentes, que ficou da seguinte forma:

1ª seção - Física farmacêutica - professor Antônio Augusto de Carvalho Brazil; 2ª seção - Química mineral, orgânica e industrial - professor farmacêutico Joaquim Tavares Vianna; 3ª seção - História natural - professor Otto Santos; 4ª seção - Farmacologia, Matéria médica e Arte de formular - professor farmacêutico Manoel Cardoso da Cunha Coimbra; 5ª seção - Química analítica, Toxicologia e Bromatologia - professor farmacêutico Raymundo Felipe de Souza; 6ª seção - Microbiologia e Higiene - professor médico João Prisco dos Santos. (VELLOSO, p. 3, 2002)

No dia 12 de fevereiro de 1931, a Faculdade de Pharmácia é anexada a Faculdade de Medicina e Cirúrgica do Pará, por meio do Decreto nº 133, pois o ensino de farmácia por estar vinculado às Ciências de saúde deveria estar anexado a estabelecimentos dessa natureza, como foi feito no Distrito Federal e no estado da Bahia. Dessa forma, atendeu-se às condições econômicas que o Estado passava, já que não comportava as despesas de tal estabelecimento, visando ainda completar através desse contato as duas Faculdades (SILVA, 2003).

Pode-se dizer a Escola de Pharmácia de Belém ajudou na difusão mais introspectiva do ensino de Química no Pará, apesar de ter sido ministrada por farmacêuticos, estes possuíam conhecimentos químicos

e de suas várias linhas de estudo, pois, a Farmácia possui uma relação intrínseca com a Química e seus fenômenos. A fundação do curso de Farmácia em Belém trouxe não só melhorias para a saúde da população, mas também, um avanço na Educação Paraense.

A Escola de Chimica Industrial do Pará

A criação das primeiras Escolas de Química no Brasil ocorreu por meio da Lei Federal nº 3991, do dia 5 de janeiro de 1920, nas cidades do Rio de Janeiro, São Paulo, Porto Alegre, Salvador, Recife e Belém (PANDOLFO, 1976). Na capital paraense, a Escola funcionava em prédio anexo ao Museu Comercial do Pará, próximo ao Theatro da Paz, no perímetro hoje conhecido como Praça da República (Figura 3).

Figura 3 - À esquerda, vê-se o prédio do extinto Museu Commercial e, à direita, o prédio onde funcionava a Escola de Chimica Industrial



Fonte: Acervo de obras raras da Fundação Cultural do Estado do Pará.

Segundo textos da extinta Revista Commercial, Industrial e Agrícola do Pará (RCIAP), a Escola de Chimica Industrial do Pará foi realmente autorizada a funcionar no dia 24 de junho de 1920, quando

ocorreu a assinatura do contrato pelo Senhor Dr. Simões Lopes, na época ministro da agricultura, o Dr. Geminiano de Lyra Castro e o Dr. Paul Le Conte, diretor do Museu Commercial, onde a instituição foi anexada para suprir as necessidades da Associação Commercial do Pará, que foi a precursora para que a escola fosse constituída, com objetivo de desenvolver economicamente a região, como se observa no texto da Revista Commercial, Industrial, Agrícola do Pará (s/d):

A Associação Commercial compenetrrou-se da utilidade de semelhante criação para auxiliar o desenvolvimento econômico da região e autorizou o Museu Commercial a firmar com o Ministro da Agricultura um contrato, obrigando-se a criação do Curso de Chimica Industrial, de acordo com os respectivos regulamentos e mediante a subvenção annual de 100 contos de reis. Assim resolvido, foi assignado a 24 de junho 1920, pelo Sr. Dr. Simões Lopes, então Ministro da Agricultura, e Dr. Geminiano de Lyra Castro, representando o Cel. Cassio Romualdo dos Reis, presidente da Associação Commercial, e Dr. Paul Le Conte, diretor do Museu, o almejado contracto.

O curso de Química Industrial era realizado em quatro anos e compreendia as seguintes disciplinas:

1º ano: Chimica mineral, Chimica industrial, Analyse qualitativa, Physica, Technologia amazônica, Revisão rápida do curso de mathematica elementar; 2º ano: Chimica orgânica, Chimica industrial, Chimica biológica, Analyse quantitativa, Physica; 3º ano: Chimica industrial, Physico-Chimica, Mineralogia, Desenho linear; 4º ano: Technologia industrial, Chimica industrial (especialização e preparo de these). (RCIAP, s/d)

Os alunos, além de cumprirem uma vasta carga horária estudando teoria em sala de aula, deviam cumprir no mínimo 20 horas semanais no Laboratório, fazendo manipulação e ainda visitas a fábricas e estabelecimentos industriais (RCIAP, s/d).

Ficou ao encargo de Paul Le Conte, do diretor do Museu, a responsabilidade de mandar construir o prédio e adaptá-lo para o funcionamento do curso, bem como organizar o laboratório, realizar as compras dos materiais e a contratar o corpo docente para atuar na escola, sendo-lhe confiada a direção da instituição, de acordo com o trecho da revista:

[...] encarregou o Sr. Paul Le Conte, diretor do Museu, e que ... tinha sido antes preparador do Instituto de Chimica de Nancy, em França, de fazer concluir a construção do edifício, adaptando-o os laboratórios, effectuar as compras de material e de contractar os professores e technicos que deviam constituir o corpo docente da nova escola, cuja direção lhe ia ser também confiada. (RCIAP, s/d.)

O notável cientista Paul Aimé Georges Le Conte nasceu na França, mais precisamente na cidade de Tournon (Ardèche), em 24 de setembro de 1870. Em 12 de agosto de 1887, diplomou-se em Ciências e Matemática Especial e, em seguida, no Curso do Instituto de Química de Nancy, no ano de 1891. Nesse mesmo ano, integrou uma Missão de Estudos Geográficos e Científicos direcionada à Amazônia, onde aportou em 1892 (BORGES, 1986). Terminada a expedição, Paul Le Conte continuou na região, fazendo suas pesquisas na Amazônia e publicando diversas obras nos ramos da geografia, química, matemática, educação e naturalistas, trabalhando ainda para o governo (ROCQUE, 1968).

Ao chegar a Belém em 1819, por meio da Associação Commercial do Pará, Le Conte assumiu e organizou o Museu Commercial, no ano seguinte criou e assumiu a direção da Escola de Chimica Industrial do Pará, que eram anexos da Associação Comercial (BORGES, 1986). Dedicou doze anos de sua vida para dirigir a Escola e o Museu. Após o fechamento da Escola, tornou-se consultor técnico da Associação Commercial, exercendo esse cargo até o seu falecimento, em 3 de fevereiro de 1956, na cidade de Belém (ROCQUE, 1968).

A Escola funcionou normalmente até o início de 1931, quando ocorreu o cancelamento da subvenção federal, deixando a instituição sem recursos para o seu funcionamento, tal ato foi realizado ainda no

governo do Presidente da República Getúlio Vargas, em consequência da Revolução de 1930, o que culminou no fechamento da Escola (BASSALO, 1996).

Em 1942, a instituição voltou a funcionar, porém, novos entraves fizeram a escola ser fechada em 1943, pois não estava de acordo com os padrões exigidos pela Lei nº 421, de 11 de maio de 1938. Contudo, a Associação Comercial conseguiu autorização para o funcionamento da Escola de Química Industrial do Pará por meio do Decreto nº 38.876, de 13 de março de 1956, tendo as aulas iniciadas no mês seguinte.

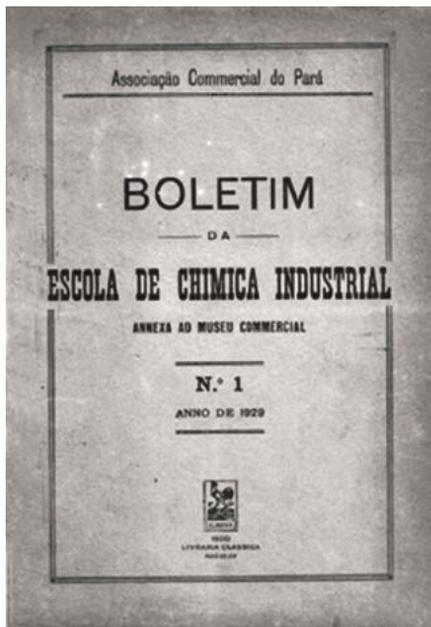
Com a Lei nº 2.173, a Escola passou a pertencer ao Governo Estadual, em 17 de janeiro de 1961, e mais tarde a Escola de Química Industrial do Pará foi denominada de Escola Superior de Química Industrial, como relata Cruz (1996, p. 273):

Consta da Ata da sessão da Diretoria da Associação Comercial, realizada em 28 de novembro de 1941, haver chegado telegrama do Diretor geral do Departamento Nacional de Educação, agradecendo a comunicação que lhe fora feita, da reabertura, no ano de 1942, da Escola de Química Industrial [...] Deliberação das mais importantes tomou a Diretoria da Associação Comercial, na sua reunião de 23 de julho de 1943, mandando fechar os laboratórios da Escola de Química Industrial por tempo indefinido. [...] A Associação Comercial obteve a autorização para funcionamento da Escola de Química Industrial do Pará, através do Decreto presidencial nº 38.876, de 13 de março de 1956, sendo as aulas reiniciadas a 19 de abril seguinte. [...] Ainda por iniciativa da Associação, que lutava com dificuldades para manter a escola, foi esta encampada pelo Governo Estadual, de acordo com a Lei nº 2.173, de 17 de janeiro de 1961. [...] Posteriormente, teve sua denominação alterada para Escola Superior de Química Industrial.

Um fato interessante acerca do primeiro período de funcionamento da Escola diz respeito à realização de vários estudos químicos

sobre recursos e materiais regionais, culminando em 1930 na publicação do Boletim da Escola de Química Industrial do Pará (Figura 4).

Figura 4 - Capa do Boletim da Escola de Química Industrial de 1930



Fonte: Acervo de obras raras da Fundação Cultural do Estado do Pará.

Estudos completos sobre análise de água, anatomia de plantas, perfil químico de oleaginosas, destilação e aprimoramento de técnicas analíticas e utensílios constam nesse Boletim. Um fato pioneiro que marcou o início da pesquisa em Química realizada na Amazônia, com resultados sobre elementos da biodiversidade local.

Estabelecer no Pará uma instituição de ensino técnico e superior, como foi o caso da Escola de Química Industrial do Pará, trouxe para a região não só avanços na educação, como também permitiu que a população local tivesse contato efetivo com a Química, que já era disseminada nos principais centros de ensino. A vinda de professores da França abriu caminhos tanto para a formação de profissionais qualificados para aqui atuarem, quanto para as pesquisas na Amazônia, o que tornou essa instituição, mesmo com dificuldades, um centro de ensino e pesquisa.

Considerações finais

Os estudos em História da Química no Pará ainda são escassos, somente alguns pontos sobre o desenvolvimento da Química nessa parte da Amazônia foram resgatados e estudados, no entanto, ainda existem fatos a serem estudados e desvendados sobre a consolidação dessa Ciência na região, como no período colonial, que ainda permanece obscuro no que diz respeito ao papel desempenhado pela Química na região, principalmente no sentido de saber havia produção de conhecimento químico, com quais finalidade e quais indivíduos eram os responsáveis por essa prática num período em o extrativismo era dominante.

Para tanto, é imprescindível considerar não somente as fontes como instituições de ensino mais tradicionais, mas ainda deve se levar em consideração as práticas locais do período e os contextos sociais de cada um e outros espaços onde a Química pode ter sido praticada. Dessa forma, será possível aos poucos construir a História da Química no Pará a partir da história do Pará, para assim completar o quebra cabeça, visando compreender como a Química foi construída ao longo do tempo.

Referências

- AMORIM, L.B. **Cerâmica Marajoara: A Comunicação do Silêncio.** [S.l: s.n.], 2010.
- BASSALO, J. M. F. Pesquisadores Franceses em Belém do Pará: Escola de Chimica Industrial. *In:* HAMBURGUER, A. I. et al. (org.). **A ciência nas relações Brasil-França (1850-1950).** São Paulo: Edusp, 1996. p. 184-188.
- BORGES, R. **Vultos Notáveis do Pará.** Belém: CEJUB, 1986. p. 420-424
- CALAINHO, D.B. Jesuítas e medicina no Brasil colonial. **Tempo**, v. 10, n. 19, p. 61-75, 2005.
- CARDOSO, A. S. Fotografia demográfica dos cabeças de família da Capitania do Pará a partir do recenseamento de 1778. *In:* XVII ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS. **2010**, Caxambu. **Anais Caxambu**, 2010.

CARVALHO, P. C. L. Classificação botânica. *In*: MATTAS, L. P.; FARIAS, A. R. N.; FERREIRA FILHO, J. R. (org.). **Mandioca: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006.

CRUZ, E. **História da Associação Comercial do Pará**. Belém: Editora Universitária, UFPA, 1996.

FRANÇA, M.P.S.A. **Raízes históricas do ensino secundário público na Província do Grão Pará: o Liceu Paraense (1840 – 1889)**. Dissertação de Mestrado. Campinas SP: UNICAMP, 1997.

GUIMARÃES, F.A.M. A cultura da mandioca no Brasil e no mundo: um caso de roubo da história dos povos indígenas. *In*: VIII ENCONTRO ESTADUAL DE HISTÓRIA, 2016, Feira de Santana. **Anais...** Feira de Santana, 2016. p. 1–11

GURGEL, C.B.F.M. **Índios, Jesuítas e Bandeirantes: medicinas e doenças no Brasil dos séculos XVI e XVII**. 194F. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2009.

OLIVEIRA, N.T. et al. Ácido cianídrico em tecidos de mandioca em função da idade da planta e adubação nitrogenada. **Pesq. agropec. bras.** v. 47, n. 10, p. 1436-1442, 2012.

PANDOLFO, C. Mensagem aos Químicos do Pará. **Revista de Cultura do Pará**, v. 6, n. 22 e 23, p. 241-243, jan./jun. 1976.

PICANÇO, M.N.B. Comida, consumo e identidade: notas etnográficas por entre os processos migratórios da mandioca; do contexto brasileiro e paraense ao contexto europeu. **Mosaico**, v. 8, n. 13, p. 203, 2017.

PINTO, M.D.N. Mandioca e Farinha: subsistência e tradição cultural. *In*: **Série Encontros e Estudos**. Seminário Alimentação e Cultura-Projeto Celebrações e Saberes da Cultura Popular. Centro Nacional de Folclore e Cultura Popular/FUNARTE/Secretaria do Patrimônio, Museus e Artes Plástico-Ministério da Cultura, 2002. p. 1–16

REVISTA COMMERCIAL, INDUSTRIAL E AGRICÓLA DO PARÁ. Escola de Chimica Industrial. [s.n.t.]. Belém [s.n.]. [192-].

ROCQUE, C. **Grande Enciclopédia da Amazônia**. (v. 4.) Belém, PA: Ed. Amazônia, 1968.

SILVA, M. A.; FILIPINI, T. Volatilização do HCN durante o processo de fenação de ramas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Cadernos de Pós-Graduação da FAZU**, v. 2, 2011.

SILVA, M. D. B. et al. História e Ensino da Disciplina Escolar Química no Liceu Paraense (1841 – 1872). *In: XV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (XV ENEQ)*, Brasília, **Anais...** Brasília, 2010.

SILVA, R. F. da. **Da Pharmacia à Farmácia**: Universidade Federal do Pará. 100 anos de História. Belém: EDUFPA, 2003.

VELLOSO, V. P. Escola de Farmácia do Pará 2002 (Texto especial). *In: Dicionário Histórico-Biográfico das Ciências da Saúde no Brasil (1832-1930)*. 2002. Disponível em: < <http://www.dichistoriasaude.coc.fiocruz.br> >. Acesso em: 30 mai. 2011.

CLARA PANDOLFO, CIÊNCIA E AMAZÔNIA: TESSITURAS SOCIOTÉCNICAS

Jorge Ricardo Coutinho Machado

Considerações iniciais

Clara Barreau do Amaral Martins, pelo matrimônio Clara Pandolfo (Belém, 1912 – 2009), foi uma das primeiras brasileiras a diplomar-se em Química, estudou na Escola de Chimica Industrial do Pará, sob a orientação do francês Paul Le Conte, com quem aprendeu a observar a floresta amazônica com um olhar cientista e político. Neste trabalho, escrito na perspectiva dos Estudos Sociais sobre Ciência e Tecnologia, pretende-se examinar a vida e a carreira de Clara Pandolfo a partir da Teoria Ator-Rede (LATOURET 2000), investigando como natureza e sociedade estão relacionadas de forma inseparável para constituir um fato social, ou sociotécnico¹, na medida em que se entende que tais componentes da realidade (natureza de um lado, cultura de outro) não podem ser mais mantidos como mutuamente exclusivos, pois, se quisermos compreender tais fenômenos a partir de sua gênese, é preciso observar a Ciência e a sociedade “em processo”, no próprio momento em que os fatos estão se constituindo.

Nesse sentido, a história de vida de Clara é aqui examinada, de um lado, na interface em que se dá a expansão local da Ciência Moderna, personificada na implantação de Escola de Chimica do Pará e no discurso de desenvolvimento de seu principal formador, o francês Paul Le Conte – a partir do pretenso aproveitamento dos produtos naturais regionais, uma atitude “moderna”, de afirmação da Ciência como saber superior, capaz de tirar a região daquilo que entendiam, nessa perspectiva, como “estagnação social e grave crise econômica”; de outro lado,

¹ O termo “Sociotécnico” refere-se a atores sociais (fenômenos, personagens, artefatos etc.), cuja constituição não se reconhece a divisão entre natureza e cultura. Mudanças climáticas são fenômenos sociotécnicos na medida em que, para compreendê-los de forma plena, deve-se considerar ao mesmo tempo, o protocolo de Kyoto, a Organização das Nações Unidas, a Química Atmosférica, a indústria e a tecnologia petrolífera e automobilística, o Greenpeace, glaciologistas, meteorologistas, madeireiros, pecuaristas e silvícolas; todos enovelados em um fenômeno único – por isso, sociotécnico.

na realidade natural e cultural amazônica, com seus ciclos de matéria e energia, seus saberes milenares e, no caso de Belém do Pará, um desejado “afrancesamento”, que demarcava a distinção entre o “atraso” e o “progresso”, o culto e o obtuso, o silvícola e o agricultor sustentado pelo saber científico: luzes afastando as trevas da cultura local ainda “dominada pelo engano”.

Para este estudo, foram consultados como fontes primárias os Relatórios oficiais da Escola de Química Industrial, o Boletim Científico da Instituição (publicado em 1930) e uma nota biográfica redigida por Sérgio Pandolfo, filho de Clara Pandolfo, publicada em meio digital. As análises foram pautadas pelos referenciais teóricos pertinentes, que incluem autores como David Bloor (2009), Bruno Latour (1983, 1994, 2000, 2001, 2012), Bruno Latour e Steve Woolgar (1997), John Law (1986) e Michel Callon (1986), dentre outros. Minha própria tese de Doutorado (MACHADO, 2016) compôs estas referências, na medida em que sintetiza estudos desenvolvidos ao longo de mais de vinte anos sobre a Instituição, pioneira na formação de profissionais da Química no Pará.

Em nome de uma abordagem não moderna, optou-se por uma narrativa não linear, buscando-se contar mediante uma “montagem”, no sentido benjaminiano do termo (BERDET, 2018), a maneira como as redes da qual Clara e os demais atores da natureza e da sociedade interagiram durante sua longa e produtiva vida.

A realidade sociotécnica

Para Latour (1994), o Estatuto da Modernidade, o projeto iluminista que pretendia se concretizar como abordagem única e privilegiada da realidade, tinha a pretensão (para ele equivocada) de separar de forma absoluta os fenômenos naturais – que deveriam ser examinados a partir de uma racionalidade inquestionável e objetiva – dos sociais, estes onde reinam as paixões, as recalitrâncias, as disputas pelo poder (MARQUES, 2007); tudo aquilo que nos reduz à condição de humanos e não-rationais. Para ele, entretanto:

Um mesmo fio conecta a mais esotérica das ciências e a mais baixa política, o céu mais longínquo e

uma certa usina no subúrbio de Lyon, o perigo mais global e as próximas eleições ou o próximo conselho administrativo. As proporções, as questões, as durações, os atores não são comparáveis e, no entanto, estão todos envolvidos na mesma história. (LATOURE, 1994, p.7)

Assim, a modernidade iluminista jamais poderia se concretizar, uma vez que falta a ela o essencial: capturar os fenômenos em sua plenitude, entendendo que, por exemplo, investigações sobre células-tronco, sobre produção e consumo de vegetais transgênicos ou sobre as mudanças climáticas envolvem ao mesmo tempo Ciência e Política, não mais um pouco de ciência cercado por um contexto social (LATOURE, 2003). Para a compreensão desses fenômenos, é importante estabelecermos uma conexão profunda entre o que percebemos no mundo natural e o que identificamos no social. Para Latour, isso significa mapear as operações de *tradução*, isto é, a maneira como certos objetivos de alguns homens são negociados de modo a oferecer uma oportunidade para que os objetivos de outros sejam concretizados simultaneamente, envolvendo nesse processo até mesmo a natureza², entendida agora como um ator igualmente dotado de possibilidades e limitações, como qualquer ator dentro de uma rede sociotécnica. Assim,

A noção de tradução fornece às duas equipas de historiadores, uma vindo do lado político e dirigindo-se para as ciências, a outra vindo do lado científico e indo ao seu encontro, o sistema de alinhamento e de orientação que fornece ao seu empreendimento uma hipótese qualquer de se encontrarem. (LATOURE, 2003, p. 136)

Olhando para a história de vida de Clara Pandolfo, podemos perceber que a história da Amazônia poderia jamais mencionar a pesqui-

²Ao realizar um experimento, o cientista de certa forma “negocia” com a natureza, traduzindo os fenômenos naturais em uma linguagem compreensível e, ao mesmo tempo, unificando seus objetivos científicos e os eventos naturais em uma só empreitada. A esse respeito, ver Callon (1986), um texto clássico sobre essas “negociações” entre pesquisadores e a natureza.

sadora se, por questões econômicas, sua família optasse por formá-la médica, se ela realizasse seu grande sonho de trabalhar na aviação ou ainda simplesmente seguisse uma vida como dona de casa, publicando contos e poemas na Folha do Norte. As escolhas feitas, as pessoas com quem conviveu, a família em que se criou, o pai – comerciante de origem portuguesa –, a mãe interessada em dar a ela uma formação superior, Paul Le Conte e sua Química europeia, finalmente a natureza amazônica – presença constante em toda sua vida – a guiar suas reflexões políticas e produção científica, as instituições onde atuou: todos esses elementos se associaram para constituir uma pesquisadora de grande importância para a História de Ciência na Amazônia.

É justamente para compreender como esses elementos são inseparáveis que se recorre à Teoria Ator-Rede, invocando-se o conceito de Tradução para melhor investigar como, por exemplo, para que Paul Le Conte instalasse em Belém o seu Laboratório de Pesquisas em produtos naturais amazônicos (seu real objetivo), fosse necessário realizar negociações com os comerciantes paraenses, oferecendo-lhes perspectivas de aproveitamento econômico das “plantas úteis” (PETITJEAN, 2012), que eventualmente seriam capazes de retirar a economia local da estagnação em que se encontrava ao fim do Ciclo do Látex (DAOU, 2000; CASTRO 2010), recebendo deles os recursos necessários para tal empreitada. Recorrendo ao exemplo de Joliot, físico francês que tentou fazer funcionar um reator nuclear durante a Segunda Grande Guerra na França ocupada, Latour (2003, p. 137) define o que chama de Tradução: “A operação de tradução consiste em agregar dois interesses até aqui diversos (fazer a guerra, retardar os nêutrons) num só”. E ele completa:

Devemos agora ser capazes de compreender através de que sucessão de operações e de transformações um industrial que apenas queria desenvolver os seus negócios se vê obrigado a fazer cálculos sobre a velocidade de absorção dos neutrões pela parafina; ou como é que alguém que só pretendia o Prêmio Nobel se põe a organizar uma operação secreta na Noruega [para contrabandear água pesada em plena guerra]. Nos dois casos, o vocabulário de partida é diferen-

te do vocabulário de chegada. Houve tradução dos termos políticos em termos científicos e vice-versa. Para o diretor da Union Minière [Dautry] ‘ganhar dinheiro’ quer agora dizer, por um lado, ‘investir na física de Joliot’; para Joliot, ‘demonstrar a exequibilidade da fissão em cadeia’ quer agora dizer, por um lado, ‘ter cuidado com os agentes nazis’ [...]. (LATOURE, 2003, p.136 - destaques meus)

Assim, o trabalho de Clara Pandolfo junto à SPVEA (Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia, depois SUDAM, Superintendência para o Desenvolvimento da Amazônia), inclusive com reflexões pioneiras e, à época, fortemente polêmicas, pode ser melhor compreendido se assumirmos que tal aproximação entre a pesquisadora e a instituição governamental não foi apenas uma questão de oportunidade de trabalho, mas envolve uma conjugação de fatores e objetivos que devem ser examinados sem a separação entre Natureza e Sociedade – Ciência e Cultura, Política, Economia –, considerando que tais fatores são, realmente, inseparáveis. Ao fornecer seu saber à instituição, Clara recebia dela as condições necessárias, políticas e técnicas para investigar os produtos naturais amazônicos e, com o capital simbólico construído, influenciar politicamente as decisões a respeito dos projetos de desenvolvimento regional.

Clara Barreau do Amaral Martins³

Filha de um empresário português, Albano Martins, proprietário da conhecida Casa Albano, comerciante de destaque em Belém, Clara nasceu em 12 de junho de 1912, caçula de uma família com cinco filhos. Ainda criança, foi levada para a Europa, onde permaneceu por alguns anos. Na volta ao Brasil, desenvolveu seus estudos fundamentais e, ao final destes, viu-se diante do desejo, estimulado pela mãe, de fazer um curso superior. Para Pandolfo (2011):

³ O nome “Barreau” desapareceu de todas as referências a Clara Pandolfo, no entanto, aparece nos relatórios da Escola de Química, nas listas anuais de alunos matriculados e aprovados. Não há até agora uma referência que explique esse nome. Pode ser um preciosismo francês dos professores (a maioria franceses) ou uma origem familiar distante relacionada ao fato de seu pai, segundo Petitjean (2012) ter sido Cônsul Honorário da França.

Por essa época, Belém contava apenas com algumas Escolas Superiores isoladas (medicina farmácia odontologia), que funcionavam por iniciativa privada, ministrando ensino altamente remunerado. Vivia-se então, na capital paraense, uma situação de profunda estagnação econômica, reflexo da “débâcle” da borracha, e seu pai, comerciante da praça, ressentia-se financeiramente das repercussões dessa situação. Arcando já com elevadas despesas para manter os estudos do filho, que cursava medicina na antiga Faculdade de Medicina e Cirurgia do Pará, curso, à época, bastante oneroso, com custos agravados pela necessidade de aquisição de livros que, em sua maior parte, tinham de ser importados do estrangeiro, além de manter também as duas filhas mais velhas estudando em Lisboa, tornava-se muito difícil, para ele, assumir novos encargos e, portanto maiores despesas.

Diante dessa situação, sabendo que havia sido inaugurada – e mantida pela Associação Commercial do Pará, com a qual Albano Martins mantinha relações⁴ - uma nova escola superior, dona Judith Martins, mãe de Clara, providenciou para que a filha fosse ali matriculada, considerando que a formação de uma mulher moderna, no século XX, deveria passar por um curso superior. Mesmo ainda não tendo alcançado 15 anos (idade mínima para matrícula em cursos superiores), ela foi aceita no primeiro ano do curso de Química Industrial, aparecendo como regularmente matriculada em 1926, sendo ao final desse primeiro período letivo “aprovada plenamente” com nota 8,22.

Transcorridos os quatro anos do curso, no relatório de 1929, vemos Clara sendo “aprovada com distinção” para receber o diploma de “Chimico” após defesa de “These” intitulada “Contribuição ao Estudo Químico das Plantas Amazônicas”, texto publicado em 1930 no Boletim da Escola de Química.

⁴ Na ata de inauguração do Laboratório Chimico do Museu Commercial, de 16/11/1921, data em que efetivamente a Escola de Chimica Industrial foi inaugurada, Albano Augusto Martins está relacionado como um dos presentes, o presidente da Associação dos Merceeiros.

Na Escola de Química Industrial

A Primeira Guerra Mundial (1914-1918) ficou conhecida pelos historiadores como “A Guerra da Química”, pela relevância que esta ciência teve naquele conflito. Gases venenosos, explosivos sintéticos, a recente síntese da amônia, novos combustíveis, medicamentos, anestésicos e fontes de energia passaram a compor a logística de qualquer exército pretensamente moderno. Ao final da guerra, em 1918, as duras lições tiradas do conflito sugeriam, para qualquer nação candidata ao desenvolvimento, que somente se conseguiria tal intento recorrendo à industrialização pela Química. Do Rio de Janeiro, o professor Freitas Machado bradava: Façamos químicos!

Os nossos trabalhos são de pura repetição; somos os ecos longínquos da ciência de outrem. Não temos Escolas nem Laboratórios especiais para o ensino da Química, não temos programas representativos das nossas necessidades de acordo com o desenvolvimento moderno da ciência. A Higiene não nos encontra aparelhados para os misteres difíceis da fiscalização de alimentos; a indústria não tem apoio de nossa instrução para seus Problemas, nem o comércio nos conhece como auxiliares na escolha dos produtos de exportação, importação e fabricação nacional. Para tudo isto é necessário ter químicos. Façamos químicos! (SANTOS; BICCA; ALENCASTRO, 2006, p.264)

Tal constatação levou o governo brasileiro a criar nesse mesmo ano, pela Lei Federal 3991 de 5 de janeiro de 1920, cinco escolas de química Industrial no país, sendo uma delas em Belém. Acredita-se que tal iniciativa na Amazônia relacionava-se à natureza local, com seus recursos naturais abundantes e, ainda assim, entregue a profunda crise socioeconômica decorrente do fim da chamada “Era do Látex”, “belle époque amazônica” (DAOU, 2000) ou ainda “os bons tempos do velho Lemos” (CASTRO, 2010), em uma alusão à gestão de Antônio Lemos (1897-1911) na Intendência Municipal, que deixou marcas profundas na cidade com obras em estilo europeu, afrancesamento da população

melhor aquinhoadada com os bens da modernidade e adoção de todo um modo de vida, por estas pessoas, no sentido de “embelezar”, “branquear”, “europeizar” e “modernizar” a cidade, seu povo e seus costumes. Essa foi uma tentativa, até esquizofrênica, de se criar uma “Paris nos trópicos”, uma vez que:

A Belém de sonhos de hoje, que é construída fantasmaticamente, através de processos subjetivos de representação tem como base, portanto, não a Belém que concretamente houve durante o ciclo [do látex], mas, principalmente, a Belém que se tentou construir [posteriormente], ou seja, o espaço de representação existente entre sonhos daquela época (o mais concreto) e alegorias daquela época (o mais abstrato). A referência fantasmática e o imaginário dos que andam pela cidade de hoje remete à Lisboa pombalina moderna ou à Paris do Barão Haussmann, mas não àquela cidade de pouco mais de cem mil habitantes, calorenta, cheia de problemas de saúde pública e sem tanto *esprit europeu*, como se acredita. (CASTRO, 2010, p. 202)

Na decisão tomada de cursar a Escola de Química Industrial passou, portanto, além do interesse pessoal de Clara pela Ciência e a técnica, o contexto socioeconômico de crise vivido pelo comércio de Belém nos primeiros decênios do século XX, condição em que se encontra até os dias de hoje em razão das escolhas feitas para a vocação econômica da região, uma exportadora de *commodities* obtidas mediante o monoextrativismo – exatamente como o foi no Ciclo do Látex durante o século XIX.

O curso de Química Industrial, além de atender a uma curiosidade intelectual daquela jovem de 15 anos, também era atraente pelo fato de ser gratuito e pelo seu alto nível, ligando-se, ainda, às aspirações dos comerciantes locais – entre eles, Albano Martins – no sentido do reerguimento da economia paraense mediante a exploração dos recursos naturais abundantes na região, o que encontrava ressonância no Diretor da Instituição, Paul Le Conte, e nos dirigentes da Associação Co-

mercial do Pará. No discurso proferido quando o laboratório do Museu Commercial foi inaugurado, em 16 de novembro de 1921, o presidente da Associação Commercial do Pará, sr. Clementino Lisboa, chamou a atenção para os seguintes aspectos:

[...] as utilidades e benefícios que hão de derivar para a Amazônia, pela criação d'este departamento destinado ao estudo das possibilidades economicas d'esta zona, bem como a ministrar os ensinamentos da Chimica Industrial e a formar os obreiros do verdadeiro progredimento.

[...]

(data) significativa de uma nova éra em que se descortinam horizontes de uma prosperidade mais firme, pela aquisição e aplicação de conhecimentos scientificos e praticos conquistados no vasto campo da ciencia.

E completou afirmando

[...] ter fé inabalável no surto economico d'esta importante circumscripção da pátria, em um futuro não muito remoto, vindo a criação d'este Laboratório cooperar e apressar a formação das bases de seu desenvolvimento [...]. (ARQUIVO CENTRAL -UFPA).

No Boletim da Escola de Química Industrial, publicado em 1930, Paul Le Conte declarava a importância das pesquisas e das instituições por ele dirigidas:

[...] foi com este fim que organizei o presente boletim onde periodicamente serão publicados os nossos trabalhos e também analysadas as descobertas e os estudos chimicos de qualquer origem que nos parecerem de immediato interesse para o melhoramento da nossa vida social ou para o desenvolvimento da agricultura, da indústria e do commercio paraenses. (LE CONTE, 1930, p. 4)

Nesse contexto, em 1926, Clara começou a frequentar as aulas de um curso considerado difícil, na maior parte ministrada em francês – língua da maioria dos professores – e que exigia dedicação integral dos alunos. Da carga horária prevista, vinte horas semanais (metade da carga horária) eram práticas em laboratório. Do desenho curricular faziam parte:

No 1º ano: Química Geral e Mineral; Química Industrial; Física; Análise Qualitativa; Tecnologia Industrial/Amazônica; Matemática.

No 2º ano: Química Orgânica; Química Industrial Orgânica; Química Biológica; Física Análise Quantitativa.

No 3º ano: Química Industrial; Mineralogia; Físico-Química; Eletroquímica; Desenho Linear.

No 4º ano: Tecnologia Industrial.

O quarto e último ano, além do estudo dessa única disciplina, era destinado à elaboração de uma tese de graduação (*grosso modo*, o equivalente aos Trabalhos de Conclusão de Curso da atualidade, comuns em qualquer curso superior), geralmente abordando o emprego industrial de algum produto natural amazônico, à época chamados de “plantas úteis” (PETITJEAN, 2012). O trabalho de Clara buscava aplicar os métodos aprendidos com seu mestre francês à análise de vários vegetais, visando caracterizá-los em sua composição e superar, nas próprias palavras da autora, a abordagem não-científica e assistemática desses vegetais que até então era feita pelos amazônidas e colocava a região em um beco científico e econômico, por ignorar uma abordagem mais “positiva e exacta”, capaz de servir de base racional para a nascente indústria química brasileira.

Tal atitude de confiança absoluta na Ciência como normatizadora da sociedade, acompanhou Clara por toda a vida, constituindo parte importante de sua abordagem de todos os problemas amazônicos, em toda a sua produção científica e em todas as instituições por onde passou. À Ciência, Clara aos poucos, como consequência dos cargos ocupados, foi acrescentando lúcida visão política sobre os efeitos dos

projetos desenvolvimentistas na Amazônia, tornando-se ferrenha defensora do aproveitamento racional da região, defendendo com energia seus pontos de vista.

A Escola foi extinta em 1930⁵ e, mesmo depois disso, Clara ainda permaneceu trabalhando nela como auxiliar de Le Conte (PANDOLFO, 2011), mas em 1931, começou uma longa e produtiva carreira tecnocientífica.

Pesquisadora e professora

O primeiro emprego de Clara Martins foi no laboratório de Bromatologia e Injetáveis do Estado, onde desenvolvia a gestão de recursos médicos, trabalhando nessa atividade por muito tempo.

Durante mais de 20 anos labutou nos laboratórios locais assumindo, cumulativamente, o cargo de Assistente-Químico do laboratório de Biologia da Santa Casa de Misericórdia do Pará, onde organizou e dirigiu, durante vários anos (1948/52), uma Seção de Hipodermia e produtos Injetáveis, que supria as necessidades do Hospital. Esse laboratório era dirigido pelo Dr. Antonio Acatauassu Nunes, renomado médico e professor titular de Microbiologia da Faculdade de Medicina e Cirurgia do Pará, a cujas aulas assistia, por especial deferência do Mestre. Foi uma fase altamente produtiva, que lhe proporcionou conhecimentos adicionais na área de análises clínicas e biológicas, convivendo com vultos de alta expressão na Medicina Paraense da época, como os Drs. Jaime Aben-Athar, Orlando Lima e outros. (PANDOLFO, 2011)

Em 1953, passou a trabalhar na recém-fundada SPEVEA (Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia), onde

⁵ Há uma longa continuação dessa história. Reaberta em 1956 com recursos da SUDAM e iniciativa de um grupo de estudantes, professores e políticos liderados por Clara Pandolfo, a escola voltou a funcionar. A precariedade de recursos, entretanto, levou a sua estadualização e posterior incorporação à Universidade Federal do Pará (MACHADO, 2016).

sua convicção de que os produtos naturais (e a própria região como um todo, incluindo seus rios e seu solo) poderiam – e deveriam! – ser utilizados da forma mais racional e equilibrada possível, pautando todas as intervenções neste ambiente por aquilo que a Ciência tinha a dizer a respeito. Com essa atitude, foi uma das pioneiras a defender a cessão de terras para exploração sustentável (em uma época em que não se pensava em mudanças climáticas ou sustentabilidade), a criação de centros de pesquisa na floresta e a tomada de decisões políticas pautadas pela racionalidade científica, não por escolhas subjetivas (PINTO, 2017).

Fica evidente que, nesse aspecto, Clara era essencialmente não moderna (LATOURE, 1994) e bastante inovadora, embora tais ideias parecessem, para a época, um empecilho ao desenvolvimento regional e a sua “integração” ao capitalismo transnacional em expansão no País.

Os Estudos Sociais Sobre Ciência e Tecnologia (Science Studies ou Estudos CTS - Ciência-Tecnologia-Sociedade) destacam o caráter simétrico das relações entre Sociedade e Ciência, sustentando que esta última deve ser entendida como parte da cultura humana, não mais como algo “acima” da sociedade, sem conexões com as questões sociais e livre das influências “perniciosas” da política. Ao discutir, por exemplo, questões como as políticas industriais nacionais e o clima global, os Science Studies sustentam que devem sentar, à mesma mesa, cientistas e industriais, legisladores e políticos, movimentos sociais e a imprensa, já que os fenômenos sociotécnicos ultrapassam qualquer tentativa de delimitação de um campo social ou científico que seja exclusivo de algum grupo social, por maior que seja seu poder, capital material ou prestígio. A partir desse olhar sobre a realidade, tanto Paul Le Conte quanto Clara Martins parecem transitar nos dois campos – na Ciência e na Política – com semelhante desenvoltura. Seus escritos sugerem uma atitude, em alguns pontos, simétrica na relação Ciência-Política, embora em outros, como na relação Ciência-Saber Local, seja, paradoxalmente humanamente bastante assimétrica.

Em sua tese de formatura, Clara sugere assimetria ao considerar os saberes milenares, condutores das relações do amazônida com a natureza, como inferiores, passíveis de serem “melhorados” pela abordagem e pelos métodos da Ciência. Ao debater com políticos e empresá-

rios sobre a vocação econômica da Amazônia, ela entende que a Ciência não pode ser excluída do debate, o que sugere uma atitude mais em concordância com um olhar simétrico sobre a realidade local, que precisa ser apanhada no mesmo momento em que o debate ocorre, antes de ser apresentada pronta à sociedade como verdade estática, definitiva e inquestionável, pois entende-se que tais “verdades” são construídas *ao mesmo tempo*, na Ciência e na Política.

Na SUDAM, instituição de fomento e financiadora de projetos desenvolvimentistas para a região, como diretora técnica, Clara Pandolfo pôde envolver-se nos dois lados da realidade sociotécnica, conforme assumia atividades ora científicas, ora políticas.

Ao instalar-se em Belém a SPVEA (Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia), em 1953, foi requisitada ao Governo do Estado, pelo 1º Superintendente desse Órgão – Dr. Artur César Ferreira Reis – para a prestação de serviços técnico-científicos, passando a assessorar a Subcomissão de Recursos Naturais da Comissão de Planejamento, cuja presidência assumiu, posteriormente. (PANDOLFO, 2011)

Sua concepção de desenvolvimento para a região, que integrava o local e o global, Política e Ciência, tradição e modernidade, ousada e incompreensível para mentes assimétricas, foi diversas vezes questionada, recebendo dela firme defesa. Mesmo vencida em muitos desses embates, não abandonou suas convicções.

Segundo Pandolfo (2011), na SUDAM, “em 1966, foi nomeada Membro do Conselho Técnico da nova Instituição e, mais tarde, com a reestruturação do Órgão, assumiu a Direção Geral do Departamento de Recursos Naturais, recém-instalado, cargo que exerceu até se aposentar em dezembro de 1990”. Tais cargos exigem do cientista o devido traquejo político, uma vez que, neles, passa-se a exercitar com mais intensidade a negociação no campo do social.

Considerações finais

Como fazer ciência na periferia da modernidade? Essa foi uma questão sobre a qual me debrucei ao redigir minha tese de Doutorado. O exemplo de Paul Le Conte não é exatamente otimista. Há aí duas questões. Primeiro, a vocação local: região rica em recursos naturais aparentemente condenada ao fornecimento de *commodities* sem qualquer verticalização para as regiões industrializadas do planeta. Isso, ao final do sonho da Escola de Química Industrial, o próprio Le Conte já reconhecia. Em texto publicado em 1948, ele declara:

Infelizmente, em vez do desenvolvimento brilhante que eu pensava ser um futuro muito próximo na Amazônia, devido às suas magníficas possibilidades, não posso deixar de notar uma decadência real em todos os aspectos, e, isso é sério, principalmente no aspecto moral, e não vejo, dada a situação global, como podemos interrompê-la. A Amazônia, que não foi afetada pela guerra em seus órgãos vitais, e para a qual houve um grande afluxo de dinheiro do qual ela teria sido capaz de tirar grande proveito, enfrenta hoje uma terrível crise econômica, tendo a guiá-la líderes políticos demasiado incompetentes, frequentemente eles mesmos simples carreiristas sem escrúpulos; Eu a vejo se debatendo tão sem jeito que não creio ser ela capaz de salvar-se por seus próprios meios, quero crer que países, como o nosso, que tanto sofreram, podem ter a energia para voltar a caminhar, e este será o seu retorno à normalidade, e isso vai forçar a Amazônia a finalmente continuar sua marcha para o progresso que tem sido esperado por tanto tempo. (LE CONTE, 1948, p. 576 - tradução livre)

Essa concepção fatalista pode decorrer do embate Ciência-Política, em um tempo em que tal dicotomia era plenamente justificável. A região parecia, como ainda parece, refratária à inovação desenvolvida localmente, sendo mais sensível ao que vem de fora, sejam os produtos tecnológicos, os saberes científicos ou os costumes. Se adotarmos um

modelo difusionista para a Ciência, segundo o qual os saberes não são universais, mas se expandem de “centros produtores e irradiadores” para “receptores” desses saberes, então conseguimos compreender o porquê de esforços locais muitas vezes serem infrutíferos para o desenvolvimento regional.

Em seguida, dessa constatação inicial decorre uma consequência direta: ao expandir nas periferias, os saberes não expandem em vazios epistemológicos. Ocorrem, nesses casos, encontros de culturas. A percepção de uma cultura como inferior ou superior a outra é um julgamento subjetivo, consequência do poder simbólico evidenciado por uma ou outra dessas culturas. É evidente que aquilo que vem de fora, aquilo que parece “moderno, luminoso, inovador, racional”, cercado por um instrumental ideológico e midiático de afirmação, rapidamente se estabelece naturalmente como “superior” aos costumes milenares locais. Assim,

[...] por essa visão típica da modernidade clássica, os saberes tradicionais eram não apenas excluídos, mas também apresentados em oposição à ciência moderna ocidental como não saberes, as mais das vezes considerados superstições irracionais e contextuais, obstáculos ao desenvolvimento, contra o pano de fundo de uma ciência ocidental universalmente válida e fator de progresso. (PETITJEAN, 2012b, p.12)

Ao relacionar Ciência e Política de forma cada vez mais umbilical, percebe-se na carreira de Clara Martins Pandolfo um permanente avançar da assimetria inicial na “These” de formatura à simetria dos cargos tecnocientíficos na SUDAM. Tal atitude – ser um daqueles que, conforme Latour (2000, p. 239) “saem do laboratório para tecer redes sociotécnicas em negociações com a natureza e com a sociedade” – é desejável para o pesquisador engajado nas regiões de fronteira, às quais pretenda dedicar-se com a paixão antes negada ao cientista⁶. Sendo a Ciência uma atividade

⁶Assim o foi para Clara Pandolfo e para Paul Le Conte. Negociar, com políticos, militares, comerciantes ou empresários, em um e outro caso, faz parte da atividade científica tanto quanto permanecer nos laboratórios negociando com a Natureza. Tais negociações, muitas vezes dolorosas ou quixotescas, exigem também paixão na empreitada.

humana, constata-se a impossibilidade dessa paixão ser asfixiada por uma mente puramente racional, por mais racional que esta possa parecer.

Referências

ARQUIVO CENTRAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ (AC/UFGPA). **Dossiê Escola de Química Industrial do Pará**. Belém, UFGPA.

BERDET, M. Como Walter Benjamin escrevia: Novos estudos. **CEBRAP**, v.37, n.03, p.445-455, set.-dez. 2018

BLOOR, D. **Conhecimento e imaginário social**. São Paulo: Editora UNESP, 2009

CALLON, M. Some elements of a Sociology of Translation – Domestication of the Scallops and the Fishermen of St. Brieux Bay. *In*: LAW, J. (org.). **Power, action and belief: a new Sociology of knowledge?** London: Routledge, 1986, p. 196-229

CASTRO, F.F. **A Cidade Sebastiana**. Era da Borracha, Memória e Melancolia numa Capital da periferia da Modernidade. Belém: Edições do Autor, 2010.

DAOU, A.M. **A belle époque amazônica**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2000.

LATOUR, B. Give me a Laboratory and I will Raise the World. *In*: KNORR- CETINA, K.; MULKAY, M. (Org.). **Science Observed**. London: Sage Publications, 1983.

LATOUR, B. **Jamais fomos modernos: ensaios de antropologia simétrica**. Rio de Janeiro, Ed. 34, 1994.

LATOUR, B. **Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora**. São Paulo: Editora UNESP, 2000.

LATOUR, B. **A esperança de Pandora: ensaios sobre a realidade dos estudos científicos**. Bauru, SP: EDUSC, 2001.

LATOURE, B. Joliot: a História e a Física misturadas. *In*: SERRES, M. (dir.) **Elementos para uma história das ciências**. Lisboa: Terramar, 2003. vl. 3

LATOURE, B. **Reagregando o social** - uma introdução à teoria ator-rede. Salvador: Edufba, 2012; Bauru: Edusc, 2012.

LATOURE, B.; WOOLGAR, S. **A vida de laboratório** - a produção dos fatos científicos. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.

LAW, J. On the Methods of Long Distance Control: Vessels, Navigation, and the Portuguese Route to India. *In*: LAW, J. (ed.). **Power, Action and Belief: A New Sociology of Knowledge?** Sociological Review Monograph 32, Routledge: Henley, 1986. p.234-263.

LE CONTE, P. **Boletim da Escola de Chimica Industrial**. Belém : Livraria Clássica, 1930.

LE CONTE, P. Une lettre de Paul Le Conte sur l'Amazonie. *In*: **Annales**. Économies, Sociétés, Civilisations. 3e année, n. 4, 1948. p. 575-576.

MACHADO, J. **Educação, ciência e redenção econômica em uma capital na periferia da modernidade**: a Escola de Chimica Industrial na Belém dos anos 1920. Tese (Doutorado). UFPA/IEMCI, Belém, 2016.

MARQUES, I.C. Posfácio. *In*: CUKIERMAN, H. **Yes, nós temos Pasteur**. Manguinhos, Oswaldo Cruz e a História da Ciência no Brasil. Rio de Janeiro: Relume Dumará/FAPERJ, 2007.

PANDOLFO, S. **Clara Martins Pandolfo**: Breve notícia bibliográfica. 2011. Disponível em: <<https://www.recantodasletras.com.br/biografias/2732886>>. Acesso em: 27 jun 2019.

PETITJEAN, P. Auguste Chevalier, Paul Le Conte e a Amazônia: As plantas úteis entre a botânica colonial e a etnobotânica. *In*: DOMINGUES, H.M.B.; KLEICHE-DRAY, M.; PETITJEAN, P. (org.). **História das substâncias naturais**. Saberes tradicionais e química. Amazônia e América Latina. Rio de Janeiro: MAST/MCTI; Paris: IRD, 2012.

PETITJEAN, P. Composição e recomposição dos saberes sobre as substâncias naturais. *In*: DOMINGUES, H.M.B.; KLEICHE-DRAY, M.; PETITJEAN, P. (org.). **História das substâncias naturais**. Saberes tradicionais e química. Amazônia e América Latina. Rio de Janeiro: MAST/MCTI; Paris: IRD, 2012b.

PINTO, L.F. Um diário Inédito. **Jornal Pessoal**, . 635, jul. 2017.

SANTOS, N. P.; PINTO, A. C.; ALENCASTRO, R.B. Façamos Químicos – a “certidão de nascimento” dos cursos de química de nível superior no Brasil. **Quim. Nova**, v. 29, n. 3, 621-626, 2006.

PANORAMA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NA AMAZÔNIA: DESAFIOS E PERSPECTIVAS

Ruy Guilherme Castro de Almeida

Considerações iniciais

A telenovela da Rede Globo de Televisão, **Vale Tudo**, exibida em 1988-1989, apresentava em sua abertura a música Brasil, composta por Cazuza e magistralmente interpretada pela cantora Gal Costa. O clipe da música exibia imagens de diversos pontos turísticos dos estados brasileiros e o autor enfatizava a necessidade do Brasil mostrar a sua cara.

O tema da referida novela abordava a corrupção em suas diversas formas, desde o mais simples “levar vantagem” nos mínimos procedimentos cotidianos até os mais altos escalões do sistema financeiros nacional. Este trabalho não pretende discorrer sobre corrupção, antes objetiva tratar da História da Ciência no Brasil, especificamente no estado do Pará. A referência aos vários “brasis” retratados no clipe da música sugere, ao nosso ver, que também a História da Ciência no Brasil se estabeleceu de modo diferente nas diferentes regiões nacionais.

A região sudeste, especialmente, o eixo Rio de Janeiro-São Paulo merece destaque na historiografia científica por motivos mais que óbvios, a proximidade com o poder central e o desenvolvimento socioeconômico. As demais regiões apresentaram características próprias no processo de recepção e difusão da Ciência.

Antes de discorrer sobre aspectos da História da Ciência no Pará, faz-se necessário, ainda que superficialmente, analisar as concepções tratadas por Fernando de Azevedo na sua obra *A Cultura Brasileira* (2010), na qual aborda a cultura científica e estabelece um paralelo entre a tradição literária e desenvolvimento científico no Brasil.

Pode-se mesmo considerar a literatura como o produto mais caracteristicamente brasileiro, o testemunho menos contestável da originalidade do espírito nacional. Se compararmos, porém, os progressos nesse domínio de atividade com o das ciências,

o que nos fica nesse confronto, estabelecido numa análise ainda que sumária, é uma impressão desconcertante da desproporção entre o progresso literário e o desenvolvimento científico que a rigor começou a processar-se somente no século XIX, quase adstrito ao mundo das ciências naturais e com uma extrema lentidão. (AZEVEDO, 2010, p. 401)

A análise apresentada pelo autor minimiza as contribuições científicas ocorridas nos dois estados referidos e enfatiza o atraso como determinante no desenvolvimento científico, pois

A lentidão do progresso científico e o nosso atraso nesse domínio provém, como é fácil verificar, de fatores políticos, econômicos e culturais que contribuíram poderosamente para criar uma atmosfera social por um tempo desfavorável à cultura científica e para impelir a atividade em outras direções. (AZEVEDO, 2010, p. 402)

Esse impelir a atividade em outras direções interessa-nos, particularmente, na medida em que se pretende apresentar as contribuições paraenses na área científica numa região, cujos fatores políticos, econômicos e culturais foram bem diferentes e peculiares. Para finalizar essa questão e se contrapor a visão de Azevedo, saliente-se que as pesquisas desenvolvidas no âmbito dos programas de mestrado e doutorado, entre outras instituições, na Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo e na Fundação Oswaldo Cruz do Rio de Janeiro, onde já foram apresentadas diversas dissertações e teses, contradizem as afirmações de Azevedo em relação às precariedades produtivas na área científica e resgatam diversas atividades desenvolvidas desde o século XVIII no Brasil.

A contribuição paraense no desenvolvimento científico aparece de modo absolutamente rarefeita nas obras de Azevedo. Em *A Cultura Brasileira*, o autor cita apenas o médico Gaspar Viana como descobridor das formas endocelulares do *Tripanozoma Cruzi*. Viana realizou seus estudos secundários no tradicional Ginásio Paes de Carvalho, em Belém, mas sua formação superior em Medicina ocorreu no Rio de Janeiro.

Panorama da História da Ciência no Pará

Apesar do título desse trabalho referir-se à Amazônia como parte de uma palestra proferida na abertura do III Encontro de História da Ciência no Ensino de Ciências na Amazônia, promovido pelo Centro de Ciências e Planetário do Pará, o enfoque será o estado do Pará.

No século XIX, a historiografia registra a criação de algumas instituições de ensino e de difusão científica no Pará. Pode-se citar, por exemplo, o Ginásio Paraense, em 1841, mais tarde Colégio Paes de Carvalho, no qual diversas disciplinas científicas foram ministradas e o seu papel na formação secundária de futuros engenheiros e médicos em Belém.

A criação do Museu Paraense, em 1866, mais tarde denominado Museu Paraense Emílio Goeldi representou um marco nas atividades científicas no Pará, repercutindo suas produções em níveis nacionais e internacionais. Outra instituição de ensino, criada em 1871, foi a Escola Normal do Pará, mais tarde denominada Instituto de Educação do Pará, formadora de normalistas e que no seu seio agregou atividades de ensino de importantes disciplinas científicas.

Como o tema é por demais amplo, faz-se necessário limitar os limites das abordagens. Assim, optou-se por apresentar uma visão panorâmica das pesquisas em História da Ciência no Pará no sentido de ampliar sua visibilidade no âmbito da historiografia nacional. Nesse sentido, serão preferencialmente abordadas as pesquisas realizadas por professores e alunos do Centro de Ciências Sociais e Educação da Universidade do Estado do Pará. Essas pesquisas deram-se na forma de trabalhos de Conclusão de Curso (TCC), Dissertações de Mestrado e Tese de Doutorado.

Os trabalhos que serão apresentados não são atividades diletantes, nem crônicas históricas para um público geral, mas destinam-se, preferencialmente, para os sujeitos ligados e envolvidos com o ensino das Ciências. Em consonância com os objetivos da programação do III Encontro de História da Ciência no ensino de Ciência, foi necessário estabelecer um consórcio entre História e ensino de Ciência.

A esse respeito, saliente-se significativas possibilidades de estabelecer um consórcio entre o ensino de Ciência e a História da Ciência, como estratégia metodológica para adensar a aprendizagem nesse ramo de conhecimento. O ensino de Ciência, apesar de importantes mudanças, ainda se constitui num desafio para os educadores no sentido de torná-lo agradável e sedutor para os estudantes. Grande parte desse esforço tem sido direcionada na perspectiva de uma nova visão de se ensinar Ciência. A experimentação, a contextualização, a relação interdisciplinar com outras áreas têm sido canais efetivos para vincular o ensino de Ciência como uma atividade que gere prazer.

O interesse pela História da Ciência no contexto do ensino da Ciência já se constitui num fato absolutamente consumado. As recomendações apresentadas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) para o Ensino Médio e as Diretrizes Curriculares, para os cursos de licenciaturas apontam nesse sentido. Essa nova visão veio substituir a ênfase centrada exclusivamente na transmissão do conhecimento pelo conteúdo. Os PCNs incentivaram uma ênfase na contextualização e na cotidianidade, ou seja, a abordagem dos fenômenos científicos passou a fazer parte de uma realidade mais próxima do aluno. E a História passou a ter uma importância nesse novo contexto.

Durante muito tempo, o professor de Física quando queria, de alguma forma, inserir a história no ensino, valia-se muito mais do aspecto folclórico e/ou lendário. Os exemplos são abundantes. Numa aula sobre o Empuxo, a figura de Arquimedes é logo lembrada pela contribuição efetiva na construção desse conhecimento, mas a ênfase maior em relação a esse personagem foi o caso inusitado de sair correndo completamente nu pelas ruas de Atenas gritando a famosa expressão *Heureka*.

Isso sugere que as descobertas científicas resultam de um “lance” de sorte, de inspiração transcendental. A nova metodologia da História da Ciência, com uma visão mais externalista, enfatiza o contexto social e econômico, no qual Arquimedes estava inserido. Quais eram as demandas sociais para que o sábio grego elegeesse os temas que estudou?

A figura de Galileu Galilei é praticamente unânime na citação de um cientista na abordagem da mudança paradigmática por ele empre-

endida. Faz-se, comumente, alusão a sua relação com a Igreja Católica e os embates que enfrentou com o Papa de sua época para sobreviver. Galileu é apresentado como um mártir. Não temos dúvida da importância do mestre italiano para a construção do conhecimento e, principalmente, por ter inaugurado com suas experimentações a Ciência Moderna, no século XVII, mas entendemos que ainda há um distanciamento do contexto social.

Isaac Newton constitui-se um dos mais preferidos personagens pelos professores para a abordagem histórica. Sua contribuição para a consolidação da Mecânica e do Cálculo justificam, porém mais uma vez o lado folclórico prevalece, isto é, a inserção da História no contexto newtoniano ocorre muito mais pela maçã que caiu em sua cabeça. A valorização dessa cena passa a ideia de um cientista descuidado, com a cabeça nas nuvens e os pés também. Há um rico contexto a ser explorado no caso newtoniano, pois no século XVIII aflora o movimento filosófico denominado Iluminismo. É certo também que os assuntos tratados por Newton atenderam a uma demanda econômica da época, como bem demonstrou o artigo de Boris Hess, em 1931, intitulado *As raízes sócio-econômica da Mecânica Newtoniana*.

Esses e outros estigmas precisam ser minimizados. O cientista precisa ser apresentado como uma pessoa normal, que habita dentro de um contexto social, político, econômico e cultural, e que sua ação está relacionada a uma rede de interesses, que conjuga poder e ética. A atividade científica se desenvolve dentro de uma normalidade mediada por instituições que têm interesses bem definidos. As indústrias cinematográficas se encarregaram de construir a figura do cientista: desengonçado, alienado, descuidado, aloprado etc. Cabe aos novos recursos metodológicos inserirem a História da Ciência como uma possibilidade concreta de análise das atividades científicas sem as inconsequentes estórias espetaculares.

É justamente dentro desse novo olhar que se pretende apresentar alguns personagens das Ciências no estado do Pará, ou seja, nomes não famosos, não consagrados cujas visibilidades nem sequer ainda são percebidas no contexto local, mas que sem dúvida, tiveram papéis fundamentais no processo de difusão da Ciência no estado do Pará. Foram

advogados, médicos, farmacêuticos, odontólogos, agrônomos, químicos e engenheiros, que além de suas ações profissionais exerceram o magistério das disciplinas científicas.

Conforme já se mencionou, as principais pesquisas em História da Ciência no Pará são apresentadas como fruto das pesquisas realizadas preferencialmente pelos professores congregados no Departamento Acadêmico de Ciências Naturais do Centro de Ciências Sociais e Educação (CCSE) da Universidade do Estado do Pará (UEPA), na forma de Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC), Dissertação de Mestrado (DM) e Tese de Doutorado (TD).

Os Curso de Licenciatura em Ciências Naturais, Habilitação em Biologia, Física e Química e, também, de Licenciatura em Biologia, Física e Química apresentam em suas propostas curriculares atuais as disciplinas Epistemologia e História da Ciência I e Epistemologia e História da Ciência II. Nelas atuam os professores Ruy Guilherme Castro de Almeida e Diego Ramon Silva Machado, que criaram o Grupo de Estudos e Pesquisas em Filosofia e História da Ciência na Amazônia, com o objetivo de fomentar a pesquisa na área e congregar professores e alunos tanto dos cursos já mencionados como os de Licenciatura em História. Nesse sentido, justifica-se as presenças dos professores Erick Elisson Hosana Ribeiro e Jairo de Jesus Nascimento da Silva.

É no processo acadêmico dessas disciplinas que eles incentivam discentes que se identificam com a área da História da Ciência a realizarem seus trabalhos finais nessa área, como culminância na relação estabelecida seja através das próprias disciplinas, seja através dos programas de incentivo à pesquisa.

Além dos professores citados há de se fazer justiça, também, a valiosa contribuição da professora Maria Dulcimar de Brito Silva, com alguns trabalhos relacionados à História da Química no Pará, com o diferencial de divulgá-los em eventos nacionais e em publicações reconhecidas pela qualidade e rigor. Segue abaixo os principais trabalhos em História da Ciência no estado do Pará no âmbito da Universidade do Estado do Pará.

Produções e Pesquisas Científicas

Trabalhos de Conclusão de Curso

Título: A Escola Livre de Odontologia do Pará: história e ensino (1914-1920)

Autor: Marcelino Carmo de Lima

Orientador: Prof. Dr. Ruy Guilherme Castro de Almeida

Ano: 2012

Objetivo: Analisar a institucionalização do saber odontológico na Escola Livre de Odontologia, buscando nos discursos de seus dirigentes a dinâmica acadêmica, a competição por espaços entre odontólogos e médicos no contexto da Associação Científica. Analisar também a formação dos professores e os conteúdos que eram ministrados pelos eles.

Título: História da Ciência no Brasil: a importância do uso da História da Ciência no ensino de Ciências (Física), conhecendo a trajetória do cientista paraense Sebastião Sodrê da Gama

Autor: Keila Juliete de Castro Reis

Ano: 2013

Objetivo: Analisar a trajetória de Sebastião Sodrê da Gama como engenheiro e como dirigente do Observatório Nacional. Também sua participação na criação da Academia Brasileira de Ciências, bem como professor do tradicional Colégio Dom Pedro II.

Título: O Núcleo de Geociência da Universidade Federal do Pará: História e Ensino (1963-1971).

Autor: Djohn Maciel Amaral Coelho

Orientador: Prof. Dr. Ruy Guilherme Castro de Almeida

Ano: 2013

Objetivo: Analisar historicamente a trajetória do Núcleo de Geociências da Universidade do Pará, desde sua criação até ser absorvida pelo Centro de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Federal do Pará, entre os períodos de 1963 até 1971, bem como a formação dos professores que ministraram disciplinas no Núcleo de Geociências.

Título: O Observatório Nacional do Rio de Janeiro e a Ciência na Amazônia: A Estação Magnética da Ilha de Tatuoca

Autores: kássio Lisboa de Carvalho e Renan de Melo Alencar

Orientador: Prof. Dr. Ruy Guilherme Castro de Almeida

Ano: 2014

Objetivo: Analisar a dinâmica de negociações para que o Observatório Nacional do Rio de Janeiro implantasse na Região Amazônica uma Estação Magnética. Analisar também os interesses de organizações internacionais e governos internacionais no repasse de recursos materiais e financeiros para a devida instalação da estação.

Título: A História do ensino das Ciências Naturais na Escola de Ensino Médio Leopoldina Guerreiro (1967-2014)

Autores: Adimiraldo Tomé Gomes Pantoja

Orientador: Prof. Dr. Ruy Guilherme Castro de Almeida

Ano: 2014

Objetivo: Analisar o processo de criação da escola, a formação dos professores que ministravam as disciplinas relacionadas às Ciências Naturais, bem como os conteúdos no sentido de identificar as metodologias utilizadas no ensino. Os livros textos de Ciências também foram analisados a fim de verificar as adequações dos conteúdos com a realidade escolar.

Título: A trajetória Científica de José Maria Hesketh Condurú na História da Ciência na Amazônia: Entre a Pesquisa em Genética e o Ensino de Física (1934-1946)

Autores: Juliana Oliveira Costa e Yuki da Silva Shikama

Orientador: Prof. Dr. Ruy Guilherme Castro de Almeida

Ano: 2017

Objetivo: Analisar as relações que se estabeleceram entre Condurú e o governo estadual, Condurú e as instituições de ensino superior e, principalmente, sua relação com a Genética, visto que após graduar-se recebeu como prêmio do governo estadual bolsa para estudar Genética na Bélgica. Interessa-nos, particularmente, sua produção científica que oscilou entre a própria Genética e no campo da Física, no qual se dedicou ao seu ensino tanto na educação superior como na educação média.

Título: O Ensino de Ciências Química e Física nos cursos Profissionais no Instituto Lauro Sodré entre 1894-1904

Autora: Renata Moraes da Silva

Orientador: Prof. Dr. Diego Ramon Silva Machado

Ano: 2019

Objetivo: O artigo se objetiva na pesquisa do currículo da disciplina Física e Química no instituto; analisar as práticas pedagógicas realizadas; relacionar os docentes da disciplina de Ciências Física e Química; e analisar o vínculo que estas disciplinas Física e Química tinham com ensino profissional naquele período.

Dissertações de mestrado

Título: A História do Ensino de Física no Estado do Pará (1904-1961)

Autor: Ruy Guilherme Castro de Almeida

Orientador: Prof. Dr. José Jerônimo de Alencar Alves

Instituição: Universidade Federal do Pará

Ano: 1997

Objetivo: Analisar o desenvolvimento do ensino de Física nas instituições de Ensino Superior do Estado do Pará, no período de 1904-1961. Analisar a relação entre o ensino de Física e os cursos das diversas IES, observando as mudanças ocorridas de acordo com o contexto institucional. Também os livros didáticos e a formação dos professores.

Título: “Lição de Coisas”: O Museu Paraense e o ensino da História Natural (1889-1900)

Autor: Diego Ramon Silva Machado

Orientador: Prof. Dr. José Jerônimo de Alencar Alves

Instituição: Instituto de Educação Científica e Matemática /Universidade Federal do Pará

Ano: 2010

Objetivo: Analisar a difusão da História Natural no estado do Pará durante o final do século XIX, por meio do ensino de Ciências promovido pelo Museu Paraense de História Natural e Etnologia (1889-1900). Também discute a importância educacional das Conferências Públicas, da formação de jovens aprendizes em Ciências Naturais, do Boletim do Museu paraense de História Natural e Etnografia (1894) e do Parque Zoobotânico.

Título: As condições de emergência da Escola de Engenharia do Pará (1870-1931)

Autor: Erick Elisson Hosana Ribeiro

Orientador: Prof. Dr. José Jerônimo de Alencar Alves

Instituição: Instituto de Educação Científica e Matemática / Universidade Federal do Pará

Ano: 2013

Objetivo: Investigar as condições que possibilitaram o surgimento da Escola de Engenharia do Pará instituição de ensino no cenário educacional paraense. Analisar como surgiu a demanda por engenheiros na região e como os engenheiros foram ganhando espaço na sociedade local. Analisar como se deu a atuação profissional dos engenheiros fundadores da Escola nas instituições da administração pública. Por fim analisar o processo de formação destes engenheiros e, levando em conta que a maioria deles estudou principalmente na Escola Politécnica do Rio, comparar os conteúdos das disciplinas ministrados nas duas instituições.

Título: Da Mereba-ayba à Varíola: isolamento, vacina e intolerância popular em Belém do Pará, 1884-1904

Autor: Jairo de Jesus Nascimento da Silva

Orientadora: Maria de Nazaré Sarges

Instituição: Universidade Federal do Pará

Ano: 2009

Objetivo: Desvendar como o crescimento da cidade de Belém, ao longo do século XIX, provocou ou ampliou problemas já existentes, entre os quais o de saúde pública, destacando-se o desencadeamento de frequentes epidemias de varíola. Também demonstrar as razões da intolerância popular às profilaxias práticas terapêuticas encaminhadas pelo poder público, principalmente, a política de isolamento baseado no discurso higienista e, também, a vacina.

Teses de doutorado

Título: O papel dos engenheiros e matemáticos na História do ensino de Física no Pará (1931-1970)

Autor: Ruy Guilherme Castro de Almeida

Orientadora: Profa. Dra. Maria Amélia Mascarenhas Dantes

Instituição: Universidade de São Paulo

Ano: 2006

Objetivo: Analisar o processo de difusão da Física, através do ensino em três instituições de Ensino Superior no estado do Pará: A Escola de Engenharia, a Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras e o Núcleo de Física e Matemática da Universidade do Pará; Analisar os contextos históricos e políticos que motivaram a criação das instituições, a formação dos professores, os Programas de Ensino das disciplinas de Física que foram ministradas nos cursos de graduação daquelas unidades.

Título: No rastro dos ovos: Uma História da exploração e uso da tartaruga da Amazônia (*Podocnemis expansa* Schweigger, 1812), 1727-1882

Autor: Diego Ramon Silva Machado

Orientadora: Profa. Dra. Magali Romero Sá

Instituição: Casa de Oswaldo Cruz – FIOCRUZ

Ano: 2016

Objetivo: Investigar historicamente as ideias sobre o uso, consumo, apropriação, exploração e comercialização da carne, ovos e derivados da “Tartaruga da Amazônia” (*Podocnemis expansa* Schweigger, 1812) no estuário amazônico, entre os anos de 1727, quando se teve uma das primeiras tentativas de coibir e regular os excessos impostos pela pesca destes quelônios, e 1882, momento da proibição total da viração (técnica de pesca que consistia em virar a tartaruga no momento da desova com o peito para cima), produção de manteiga de ovos e captura dos filhotes de tartaruga nos rios Solimões, Madeira, Purus e Branco

Título: Em busca da cura: a institucionalização da medicina acadêmica em Belém e suas relações com outras práticas terapêuticas entre 1889 e 1925

Autor: Jairo de Jesus Nascimento da Silva

Orientadora: Profa. Dra. Maria Amélia Mascarenhas Dantes

Instituição: Universidade de São Paulo

Ano: 2014

Objetivo: Analisar o processo de institucionalização da Medicina Acadêmica em Belém, envolvendo o período posterior ao processo de proclamação da república no Brasil e a formação da primeira turma da Faculdade de Medicina e Cirurgia do Pará. Mostrar que a institucionalização da Medicina Acadêmica em Belém não ocorreu sem conflito. Estes emergiam do interior da própria classe médica e, também, relacionavam-se às disputas dos médicos acadêmicos com outros terapeutas (homeopatas, farmacêuticos, práticos de farmácia, curandeiros, espíritas etc.), visando a conquista do monopólio da cura.

Título: História da Ciência no Ensino Superior: A introdução da Astronomia nas instituições acadêmicas do Pará (1918-1964)

Autor: Erick Elisson Hosana Ribeiro

Orientador: Prof. Dr. Fernando Bastos

Instituição: Universidade Estadual Paulista/UNESP

Ano: Em andamento

Objetivo: Investigar e analisar o processo de inserção da Astronomia enquanto Ciência Moderna e Contemporânea no contexto educacional e científico paraense, discutindo suas características e sua trajetória nos currículos formais das principais instituições de ensino superior do Pará, tendo como principais instituições de análise a Escola de Agronomia e Veterinária, Escola de Engenharia, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Belém, e o Núcleo de Física e Matemática da Universidade do Pará.

Considerações finais

Após essa necessária apresentação panorâmica de pesquisas em História da Ciência no estado do Pará, cabe algumas sugestões de temática que possam adensar ainda mais o mosaico amazônico de produção científica. Existem possibilidades de pesquisa em disciplinas científicas em vários municípios paraense, cujas instituições de ensino foram assumidas por Ordens religiosas com o intuito principal de propagar o evangelho para as populações, mas que traziam como missão secundária a formação educacional. Essas ordens notadamente de procedência europeia implantavam metodologias e processos educacionais dos seus países de origens.

Assim, identifica-se, por exemplo, municípios como Bragança, com seu suntuoso arquitetônico Colégio Santa Terezinha ou então o Colégio São José, em Castanhal, ainda o Colégio Dom Amando, em Santarém. Em Belém, a despeito de alguns trabalhos com as disciplinas científicas já realizados nos dois mais tradicionais colégios criados no século XIX, a saber: Colégio Paes de Carvalho e Escola Normal.

É notório que existem, neles e em outros, fontes primárias ainda a serem analisados para compor a História da Educação no Pará. Além desses sugerimos também uma busca investigatória nos arquivos dos Colégios Santo Antônio e Gentil Bittencourt para completar o quadro da dinâmica das disciplinas das Ciências Naturais no Pará.

O Pará já possuiu a maior mina de ouro a céu aberto do mundo, Serra Pelada, ainda existem serras peladas no seio de instituições de ensino e de pesquisa que precisam ser exploradas e lapidadas, a fim de que a História da Ciência numa região afastada dos grandes centros seja reconhecida, admirada e respeitada.

Referências

AZEVEDO, F. **A Cultura Brasileira**. SÃO PAULO: EDUSP, 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília, 1998.

FACETAS DA HISTÓRIA DA MATEMÁTICA E DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA NA AMAZÔNIA

Miguel Chaquiam

Considerações iniciais

O III Encontro da História da Ciência no Ensino de Ciências na Amazônia, realizado no Centro de Ciências e Planetário do Pará, da Universidade do Estado do Pará (UEPA), tornou-se um evento de formação continuada para os profissionais do ensino e funcionou como instrumento divulgador dos conhecimentos produzidos na área de História da Ciência, em particular, da História da Matemática e da Educação Matemática. Neste encontro foram apresentadas as novas produções do conhecimento na área, debateram-se temas, foram divulgadas experiências, bibliografias e materiais instrucionais, com o objetivo de promover o desenvolvimento e a difusão das experiências e estudos na área.

Foi neste contexto que apresentei recortes de pesquisas desenvolvidas pelo Grupo de Pesquisa em História, Educação e Matemática na Amazônia (GHEMAZ) e das notas de aulas da disciplina História da Matemática, ministrada no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da UEPA. Parte da apresentação está exposta no texto a seguir, cujo objetivo é proporcionar ao leitor o explícito no título deste capítulo, contemplado por meio de três instituições de ensino – Lyceu Paraense, Instituto Paraense de Educandos e Artífices e Colégio Nossa Senhora do Amparo – e quatro professores de matemática - Ruy da Silveira Britto, Constantino de Menezes Barros, Guilherme Maurício Souza Marcos de La Penha e Manoel Viegas Campbell Moutinho.

Instituições de ensino no Pará

A palavra “instituição” nos remete à ideia de algo que foi instituído por não existir, de algo criado, organizado, construído e instituído. A partir da concepção de que as instituições são construídas para atender à determinada necessidade humana, a construção das instituições não está restrita a sua estrutura física, mas também a sua estrutura funcional, isto é, as instituições são necessidades sociais, tanto em sua origem, quanto em seu funcionamento (OLIVEIRA; PONTES; CHAQUIAM, 2016).

A partir da necessidade de identificar e analisar as fontes históricas da educação brasileira, as antigas instituições de ensino emergem como um lócus, base historiográfica da pesquisa acerca da educação brasileira, que nos fornecem um ponto de apoio para o conhecimento histórico da Educação e para o desenvolvimento de uma preocupação com a manutenção, organização e preservação das múltiplas formas de fontes da História da Educação no Brasil (SAVIANI, 2006). Conforme Nosella e Buffa (2005), é importante se realizar pesquisas históricas relacionadas às instituições de ensino, uma vez que, nos anos seguintes, a partir de 1990, emergem como protagonistas e têm um papel significativo no âmbito da História, Sociologia e Filosofia da Educação.

O Lyceu Paraense – Colégio Paes de Carvalho

Até meados de 1839, a educação paraense marchou a passos lentos, quando o Visconde Bernardo de Souza Franco conseguiu aprovar a Lei de n. 97 no dia 28 de julho de 1841, que criou o Lyceu Paraense como instituição primária e secundária na Província do Pará, instalado um mês depois. Em 3 de dezembro de 1855, o Lyceu Paraense recebeu a denominação de Colégio Paraense e, em 9 de fevereiro de 1901, o governador Augusto Montenegro renomeou o Colégio Paraense para Ginásio Paes de Carvalho, homenagem ao médico paraense José Paes de Carvalho. Em 1930, passou a ser denominado Ginásio Paraense e, por fim, em 9 de abril de 1942, recebeu a denominação de Colégio Estadual Paes de Carvalho (CEPC) (GASPAR; CHAQUIAM, 2010).

Sobre o médico José Paes de Carvalho, sabe-se que foi governador e senador da República, um visionário que teve a brilhante ideia de inaugurar os grupos escolares, estabelecimentos que esplendiam resultados práticos, e, ao deixar a administração, havia fundado mais oito grupos escolares. Posteriormente, o governador Dr. Augusto Montenegro, verdadeiro entusiasta da ideia de seu ilustre antecessor, vendo os excelentes frutos desse gênero de escolas, criou durante seu governo mais de 29 grupos (PEREIRA; O' DE ALMEIDA; CHAQUIAM, 2016)

Antigamente, para ser aceito no exercício de magistério no CEPC, os candidatos submetiam teses de temas matemáticos e, dias depois, eram submetidos às provas oral e escrita. Em decorrência dos poucos dados pre-

servados sobre as teses apresentadas para o provimento das cadeiras de Matemática, atendo-me, em seção posterior, a apresentar traços biográficos do professor Ruy da Silveira Britto e sua tese defendida na seleção para cadeira de matemática (O' DE ALMEIDA; PEREIRA; CHAQUIAM, 2016a).

O CEPC é um marco na Educação paraense e brasileira, embora tenha enfrentado dificuldades em função das diversidades ocorridas na esfera local, ele representa respeito educacional e cultural. Ao longo dos anos, o colégio teve participação social e política na sociedade paraense, formando personagens que se destacaram no cenário educacional, científico e político brasileiro, mantém-se como instituição pública de ensino médio, cumprindo sua função social e educacional no Estado.

O Instituto Paraense de Educandos e Artífices – Colégio Lauro Sodré

Em 17 de abril de 1870, o recente presidente da província, Dr. Abel Graça, decidiu dar continuidade ao projeto de seu antecessor e criar um instituto de educação teórico e prático para meninos em situação de extrema pobreza. Assim, em 1872, foi inaugurado o Instituto Paraense de Educando Artífices, com capacidade de 50 alunos, em uma chácara localizada na então estrada de Nazareth, hoje Avenida Nazaré.

Amparado na Lei nº 90, de 19 de março de 1893, o Instituto Paraense de Educandos Artífices passou a ter nova sede própria, obra que iniciou no mandato do governador Lauro Sodré, concluída em 1899, na gestão do governador Paes de Carvalho, cujas instalações foram erguidas na então Avenida Tito Franco, hoje denominada de Avenida Almirante Barroso. Paes de Carvalho alterou o nome do Instituto Paraense de Educandos Artífices para Instituto Lauro Sodré, em homenagem ao ex-governador. Posteriormente, o governador Dr. Augusto Montenegro, seu grande reformador, o dotou de inúmeras máquinas, alargando o ensino profissional, tornando-o uma escola de alto cunho prático (FORTES; DIAS; OLIVEIRA, 2016).

No Álbum do Pará de 1908 consta que, com exceção feita das três escolas municipais de Paris, École Boule, École Diderot e École Estienne, que rivalizavam com o Instituto Lauro Sodré, nenhuma outra escola profissional poderia ser igualada, quer na Europa quer na América. Consta também que diversos visitantes estrangeiros registraram sua admiração pelas instalações, pelo trabalho e pelo ensino profissional im-

plantado neste instituto, a exemplo: “O Instituto Lauro Sodré é uma das demonstrações mais eloquentes do progresso do Estado do Pará”, M. A. Churchill, Consul de S. M. Britânica, 30/12/1899, e “Admirei sinceramente o Instituto Lauro Sodré; não vi em nenhuma outra parte uma reunião tão bem compreendida de oficinas diversas. Conservarei de minha visita uma recordação inextinguível, que considero entre as melhores impressões da minha vida”, Bisei, Consul da França. 21/10/1903.

Inicialmente, o Instituto recebia alunos a partir de 6 anos de idade, fato que trazia graves inconvenientes em relação ao ensino e aprendizagem nas oficinas. Com a reformulação do regulamento interno, o Instituto passou a permitir o ingresso apenas para meninos a partir de 12 anos. Para que a infância desvalida não viesse a padecer, o governador criou o Instituto Orfanológico do Outeiro, onde se asilavam meninos pobres com idades de 5 a 12 anos. No Instituto Orfanológico do Outeiro, as crianças recebiam instrução primária elementar, ao atingir 12 anos eram transferidos para o Instituto Lauro Sodré e passavam a fazer o curso da instrução primária complementar e aulas para aprender um ofício, assim obtinham os diplomas de estudos primários e de operário de 2ª classe, trabalho reconhecido nas oficinas (OLIVEIRA; PONTES; CHAQUIAM, 2016).

O Instituto Lauro Sodré abarcava o curso primário integral e o curso profissional, que compreendia uma parte teórica com ensino de português, aritmética, álgebra, geometria, tecnologia das profissões, mecânica aplicada, física e química, geografia geral, cosmografia e história geral; e outra, prática, com o ensino do desenho à mão livre, ornamentação decorativa, desenho linear de máquinas, perspectiva e sombras, músicas, ginástica e esgrima. Além das matérias do curso elementar e complementar primário, ensinavam-se os ofícios de marceneiro e carpinteiro, serralheiro, ferreiro, sapateiro, alfaiate, encadernador e tipógrafo (PARÁ, 1908).

Mais recentemente, em decorrência da depreciação das instalações e falta de manutenção por parte do Governo do Estado, houve desabamentos na parte interna e o Instituto Lauro passou a funcionar em novas instalações na travessa Pirajá, bairro do Marco. Nas antigas instalações, após ampla reforma e modernização interna do prédio, funciona o Tribunal de Justiça do Estado do Pará, prédio tombado pela Lei nº 4.855, de 3 de setembro de 1979.

O Colégio Nossa Senhora do Amparo – Colégio Gentil Bittencourt

Pesquisas realizadas na biblioteca Arthur Vianna do Centro Cultural Tancredo Neves (CENTUR) nos revelam que o Colégio Nossa Senhora do Amparo foi fundado em 10 de junho de 1804, pelo 7º bispo do Pará, D. Manoel de Almeida Carvalho, com a finalidade receber e amparar crianças órfãs, onde também seriam ensinados os princípios da educação.

Em novembro de 1851, em decorrência da Lei 205, o governo de José Couto de Vieira Magalhães assumiu a responsabilidade pela manutenção do agora asilo Nossa Senhora do Amparo, que quatro anos mais tarde recebeu a denominação de Instituto Gentil Bittencourt. O decreto que mudou a denominação do colégio foi do então presidente da Província do Pará, Dr. José Paes de Carvalho, em homenagem ao Dr. Gentil Augusto de Moraes Bittencourt, por serviços prestados à causa pública no cargo de vice-governador (PEREIRA; O' DE ALMEIDA; CHAQUIAM, 2016).

O governador Dr. Augusto Montenegro, cerca de cem anos depois da sua fundação, autorizou a continuação e conclusão das obras do prédio do Instituto, cujas obras haviam sido iniciadas em 1895 pelo arquiteto italiano Felinto Santoro. Em 1905, Augusto Montenegro solicitou o apoio da Congregação Filhas de Sant'Ana para dirigir o Instituto, que, uma vez que proposta aceita, passou a funcionar como um internato exclusivo para mulheres, com aulas de bons modos, corte e costura, culinária, leitura, prendas do lar. As Irmãs dessa Congregação administram o referido instituto até os dias atuais. Atualmente recebe a denominação de Colégio Gentil Bittencourt.

Mais recentemente, em 1972, o Colégio Gentil Bittencourt passou a abrigar meninos e meninas e, em 1991, a Irmã que assumiu a direção fez nos anos seguintes uma reestruturação das matrizes curriculares e informatização dos serviços em todos os setores do colégio. Existe neste colégio um museu que visa manter viva a história do colégio na memória dos novos alunos.

Professores de Matemática no/do Pará

Pelas limitações deste trabalho, ressalta-se que não se trata de biografias, mas de apresentação de elementos que venham contribuir

para a constituição de traços biográficos com maior riqueza de detalhes, talvez até uma futura biografia, tendo em vista que nas situações histórico-culturais, a exigência de um passado é frequentemente tão forte quanto o que diz respeito ao futuro (ROSSI, 2010).

O texto a seguir foi elaborado tendo como foco central a Historiografia Brasileira da Ciência, voltando-se especificamente para os traços de vida de professores de matemática da contemporaneidade, que passam a fazer parte de uma série de pesquisas que consistem em investigar, organizar e descrever itinerários pessoais, intelectuais e profissionais de professores, educadores e cientistas brasileiros, dentre eles Ruy da Silveira Britto, Constantino de Menezes Barros, Guilherme Maurício Souza Marcos de La Penha e Manoel Viegas Campbell Moutinho.

Ruy da Silveira Britto

O professor Ruy da Silveira Britto nasceu em 1913, no seringal Florescência, localizado no território do Acre. Iniciou o curso primário num grupo escolar do município de Xapuri e concluiu a última série no Ginásio Paes de Carvalho. Posteriormente, em Fortaleza (CE), cursou parte do ginásio no Liceu de Fortaleza e o concluiu em Belém (PA). Em 1944, obteve o grau de Bacharel em Engenharia na Escola de Engenharia do Pará. Entretanto, três anos antes da conclusão do curso, em 1941, ele se submeteu ao concurso para catedrático de matemática do Ginásio Paes de Carvalho, sendo aprovado com a “tese” sobre Conjuntos Lineares: Sucessão. Nessa tese abordou teoria dos conjuntos, temática que teve grande repercussão em decorrência de ser absoluta novidade na época (O’ DE ALMEIDA; PEREIRA; CHAQUIAM, 2016a).

Após aprovação no CEPC, Ruy Britto enveredou pelo magistério na Universidade Federal do Pará (UFPA) e, depois de aposentado, transferiu-se para o Rio de Janeiro, onde ensinou na Escola de Engenharia da Universidade Federal Fluminense e também na Universidade do Estado da Guanabara, além de ter sido professor da Escola de Cadetes de Aeronáutica no Campo dos Afonsos.

Segundo depoimento do José Maria Filardo Bassalo (1998) sobre Ruy Britto – que está como anexo no livro em que foi publicada a tese do Ruy Britto –, consta que Bassalo foi seu aluno na Escola de

Engenharia do Pará, que dirigiu um dos primeiros escritórios de engenharia em Belém do Pará e que o referido professor era considerado o maior conhecedor de matemática da região Norte do Brasil, fama de matemático brilhante adquirida em 1941 após defender a cátedra de matemática no CEPC.

No livro acima citado, também consta que o professor Fernando Medeiros Vieira foi aluno do Ruy Britto no CEPC e, posteriormente, colega de magistério nessa mesma instituição. Fernando Vieira comenta sobre a personalidade acadêmica e profissional de Ruy Britto, relatando que ele possuía uma postura excêntrica e boa desenvoltura no campo da Ciência Matemática, fato que impressionava tanto alunos quanto seus colegas professores.

Destaca-se nos depoimentos de alunos e colegas de profissão de Ruy Britto, o tão conhecido “desligamento” do professor. De acordo com o depoimento do professor Rui dos Santos Barbosa, que também foi aluno de Ruy Britto no CEPC e na UFPA, o professor Ruy Britto apresentava frequentes indícios desse “desligamento”. Rui Barbosa conta que presenciou alguns, dentre eles, o episódio em que Ruy Britto deu nota zero para toda a turma, por ter esquecido que havia adiado a prova de mecânica racional e, mesmo assim, foi passá-la depois de ter dispensado a turma. Tal fato é confirmado pelos professores José Maria Bassalo e Fernando Vieira, assim como, o fato do professor Ruy Britto ser “desligado”.

De acordo com a Resolução n. 15, de 16 de janeiro de 1967, emitida pela Fundação Educacional do Estado do Pará (FEEP), o professor Ruy Britto foi colocado à disposição do Governo para prestar serviços no escritório de representação do estado do Pará, na Guanabara, até sua aposentadoria, sem prejuízos de vencimentos e vantagens do cargo que ocupava (O’ DE ALMEIDA; PEREIRA; CHAQUIAM, 2016a).

O professor Luiz Gonzaga Baganha, que também foi aluno de Ruy Britto no CEPC, relata que ele era exigente em sala de aula, além disso, destaca que este contribuiu para o seu ingresso na Escola de Engenharia do Pará. Termina seu depoimento falando que Ruy da Silveira Britto veio a falecer em 1970, deixando de luto seus familiares, ex-alunos e cultores da Ciência Matemática.

Constantino de Menezes Barros

O professor João Batista Nascimento (2013), da UFPA, em seu artigo intitulado “Constantino Menezes de Barros: matemático que liga o Pará aos maiores centros do mundo e comparável aos grandes ícones da história da matemática”, discorre sobre a vida e obra do paraense Constantino Menezes de Barros, retira-o do obscurantismo e o coloca na galeria dos matemáticos brasileiros com destaque internacional.

Constantino Menezes de Barros nasceu em 19 de agosto de 1931, na cidade de Óbidos (PA), o quarto filho de Guilherme Lopes de Barros e Elvira Menezes de Barros. Desde cedo, ainda no primário, apresentava uma facilidade apreciável de aprendizagem no geral, em particular, da matemática. Posteriormente, Constantino Barros, aos 11 anos de idade, foi estudar na capital paraense e ingressou no Colégio Nazaré, onde permaneceu até 1949 e concluiu os estudos equivalentes à Educação Básica atual. Embora apresentasse pendências em física e matemática, dedicou-se apenas à matemática. Além do gosto por livros técnicos, adorava discutir matemática com seus professores, ao ponto de contrapor a correção de uma questão de prova.

Em 1952, decidiu ir para o Rio de Janeiro cursar Matemática e ingressar na Faculdade Nacional de Filosofia. Graduado, Constantino pleiteou e conseguiu uma bolsa para fazer doutorado na Universidade de Paris, França, graças às intervenções do seu professor no IMPA, o matemático francês Georges Henri Reeb (1920-1993), sob a orientação do matemático francês Charles Ehresmann (1905-1979), defendeu a tese intitulada “*Espaces infinitésimaux: Une extension du calcul différentiel extérieur d’Élie Cartan et du calcul différentiel absolu de Ricci*”.

Dentre seus trabalhos, destacam-se: Une propriété Caractéristique du Dual d’un Espace Vectoriel; Sur l’Existence de Fonctions Récurrents; Espaces Infinitésimaux: Algèbre de Lie Graduée Associée à un Espace Infinitésimal de Cartan; Espaces Infinitésimaux: Théorie Générale; Espaces Infinitésimaux: Dérivée Absolue; Variétés hor-Symplectiques e Variétés presque hors-Complexées.

Atuou como Professor Assistente de Ensino Superior na Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da Universidade Federal Fluminense

(UFF); Professor do Instituto de Matemática da UFF; galgou a função de Professor Titular por concurso na UFF. Foi Professor Visitante na Universidade de Paris e Pesquisador Associado em várias universidades do exterior, a exemplo, Instituto Henri Poincaré e Universidade de Stanford. Tornou-se Professor Titular da UFRJ, por transferência, até o seu falecimento na cidade do Rio de Janeiro, em 6 de março de 1983.

Guilherme de La Penha

Guilherme Mauricio Souza Marcos de La Penha, nascido em 09 de março de 1942, em Belém (PA), iniciou sua formação equivalente à Educação Básica no extinto Instituto Suíço Brasileiro, posteriormente no Colégio Marista Nossa Senhora de Nazaré e, a concluiu com o Curso de Agrimensor na extinta Escola Técnica de Agrimensura do Pará. No Quadro 1, estão identificados sua formação acadêmica da graduação ao pós-doutoramento.

Quadro 1 - Formação Acadêmica de La Penha

Ano	Formação	Instituição
1960 - 1964	Curso de Engenharia Mecânica	Iniciado na UFPA em 1960. Escola Politécnica da PUC-Rio
1961 - 1963	Curso de Aperfeiçoamento em Matemática	Instituto de Matemática Pura e Aplicada
1964 - 1965	Mestrado em Engenharia Mecânica	PUC-Rio
1965 - 1966	Mestrado em Matemática Aplicada e Física Teórica (Bachelor of Arts)	Universidade de Cambridge (Inglaterra)
1966 - 1968	Doutorado na área de Matemática Aplicada e Mecânica dos Sólidos	Universidade de Houston (EUA)
1967	Curso de Mecânica do Contínuo	Universidade de Brown (EUA) e no Instituto politécnico da Virgínia (EUA)
1968 - 1969	Pós-Doutorado em Matemática Aplicada	Universidade de Carnegie-Mellon (EUA)

Fonte: Chaquiam (2012).

Bassalo (1997) aponta que La Penha publicou mais de 75 artigos científicos em periódicos especializados nacionais e internacionais. Além de diversos livros, La Penha sempre se fez presente como gestor preocupado com a organização, atualização e consolidação das instituições, tanto do ponto de vista da Ciência, quanto da Tecnologia, em diversas instituições nacionais e internacionais, como destacado no Quadro 2 a seguir.

Quadro 2 - Cargos ocupados por La Penha

Ano	Cargos
1969 – 1977	Diretor do Instituto de Matemática da UFRJ
1977 – 1978	Diretor de Desenvolvimento Científico da FINEP
1979 – 1980	Secretário de Educação Superior do MEC
1980 – 1982	Vice-Presidente do CNPq
1983	Assessor Especial do CNPq para Assuntos da Amazônia (MPEG)
1984 – 1985	Assistente Especial do Departamento de Ciência em Tecnologia da OEA (EUA)
1985 – 1986	Consultor do BID (EUA), Diretor do MPEG e Secretário de Cultura do Pará
1987 – 1991	Diretor do MPEG e Secretário de Ciência e Tecnologia e Meio Ambiente do Pará
1991 – 1994	Secretário de Cultura do Pará e Presidente da Fundação Cultural Tancredo Neves,
1995 – 1996	Diretor de Programas Espaciais da Secretária de Assuntos Estratégicos da Agência Espacial Brasileira

Fonte: Chaquiam (2012).

Antes de completar 54 anos, veio a falecer no dia 6 de fevereiro de 1996, quando ocupava o cargo de Diretor de Programas Espaciais da Secretária de Assuntos Estratégicos da Agência Espacial Brasileira, tornando-se uma grande perda para a vida acadêmica e administrativa de Ciência no Brasil.

Guilherme de La Penha escreveu diversos artigos sobre Leonhard Euler (1707-1783), de 1982 a 1986. De acordo com Chaquiam (2012), no livro *Writing the History of Mathematics: Its Historical Development*, capítulo 15, 15.2 América do Sul, 15.2.1 Observações historiográficas, página 254, Ubiratan D'Ambrósio tece o seguinte comentário sobre La Penha: “Also, GUILHERME M. DE LA PENHA (1943–1996) studied Euler, mainly analysing the Lettres à une princesse d’Allemagne (Letters to a German Princess)”, ou seja, La Penha foi um estudioso da obra de Euler, principalmente as Cartas a uma Princesa Alemã. Dentre as obras produzidas, destacam-se quatro artigos encaminhados à Embaixada da Suíça no Brasil, identificados no Quadro 3, durante o período das homenagens a esse ilustre matemático no bicentenário de sua morte.

Quadro 3 - Artigos de Guilherme de La Penha sobre Euler

Ano	Obra	Publicado em:
1982	A grandeza do desconhecido Euler	Revista Humanidades
1983	Editorial da Revista do Professor de Matemática	RPM nº 3
1983	Leonhard Euler	RPM nº 3
1983	Euler e a Topologia	RPM nº 3
1983	$e^{\pi i} + 1 = 0$ ou Leonardo Euler	MPEG
1983	Éloge de Euler	LNCC
1983	Euler: Mestre da Matemática, expoente científico do Iluminismo	MPEG
1984	Euler e a Teoria dos Números	RPM nº 4
1984	Nas cartas a uma Princesa da Alemanha, a lógica dedutiva como prólogo a filosofia de Euler	Monografias da Sociedade Paranaense de Matemática
1986	Euler - Da Filosofia Natural a Expoente Científico do Iluminismo	Revista Perspicillum
1986	A Evolução do Conceito de Função	MPEG
1986	Resenha e ensaio histórico sobre a álgebra de Euler	MPEG

Fonte: Chaquiam (2012).

Decorre das análises desses artigos que La Penha exalta o nome de Euler como intelectual que ocupará os primeiros lugares na Matemática, que a admiração e a referência a Euler nos leva a conjecturar que Euler pode ter tido grande influência na obra e no modelo de cientista tomado por La Penha.

Embora sua formação de base tenha sido em Engenharia Mecânica, o caminhar em suas obras aponta a sua forte relação com Matemática pura e aplicada, principalmente com a Física, fato que nos leva a considerá-lo um matemático-físico.

É considerado por muitos como um visionário, um poeta, detentor de uma das mentes mais brilhantes, com artigos publicados nas mais diversas áreas do conhecimento, incluso os artigos de divulgação científica sobre poesias e música clássica publicados nos jornais em Belém do Pará (COUTO; LIMA; CHAQUIAM, 2016).

Em seu doutoramento, Chaquiam (2012) defende que o perfil de La Penha é de um intelectual com sólida formação basilar, com ampliação transdisciplinar, que possibilita a constituição de um cientista uno e múltiplo, de atitude não linear, que dialoga com todas outras áreas, de modo a ser compreendido como modelo de cientista neoiluminista para o século XXI.

Manoel Viegas Campbell Moutinho

Num entrelace entre escoceses que partiram da ilha de Bute e portugueses do Distrito de Bragança, em Seixo D'Anciães, emerge a família do professor Manoel Viegas Campbell Moutinho. Da união de Scylla de Albuquerque Campbell e Manoel Antônio Viegas Moutinho, no lugar Ideal do Rio Ajuruxi, município de Mazagão (AP), nasceram os filhos Humberto, em 1928; Francisco, em 1929; e Maria de Nazaré, em 1932. Posteriormente, em Santa Maria, lugar próximo a cidade de Mazagão, nasceram os filhos Thomáz, em 1933; Lourdes, em 1935; Manoel, em 1937; Elcylla, em 1940; Herondina, em 1941, e José Newton, em 1943. Em 1945, passaram a residir na cidade de Mazagão, onde nasceram os filhos Sílvio; em 1947, Hermógenes; em 1950, Rosa de Fátima; em 1953, e Alcindo (O' DE ALMEIDA; PEREIRA; CHAQUIAM, 2016b).

Manoel Viegas Campbell Moutinho foi alfabetizado por sua mãe e com pouco mais de sete anos, no início de 1945, foi trazido pelo pai para estudar em Belém como aluno interno no Colégio Suíço-Brasileiro. Em 1946, foi transferido para o Colégio São Jerônimo, onde completou o restante do curso primário e foi aprovado no exame de admissão ao ginásio para o Grupo Escolar Barão do Rio Branco. No período de 1948 a 1954, completou os estudos relativos aos cursos ginásial e colegial no Colégio Salesiano Nossa Senhora do Carmo.

Em 1955 iniciou a vida universitária ingressando nos cursos de Engenharia Civil e Licenciatura em Matemática na UFPA e, para arcar com as despesas, começou a lecionar Matemática no Colégio do Carmo, posteriormente, nos Colégios Santa Rosa, Santa Catarina, Gentil Bittencourt e Paes de Carvalho. Os citados cursos foram concluídos em 1958, 1959 e 1960, respectivamente, bacharelado em Matemática, Engenharia Civil e Licenciatura em Matemática.

Em 18 de março de 1959, de acordo com a Portaria nº. 66, o Diretor da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (FFCL), Prof. Antônio Gomes Moreira Júnior, admitiu o professor Moutinho na qualidade de Auxiliar de Ensino da cadeira de Análise Matemática e Análise Superior. Em maio de 1960, foi designado para lecionar a disciplina Álgebra Moderna e, em agosto de 1961, foi aprovado no concurso para Instrutor de Ensino da cadeira de Geometria do Núcleo de Física e Matemática da Universidade Federal do Pará, tendo sido aprovado.

Em 1965, Moutinho iniciou na Universidade de Brasília o curso de Mestrado em Matemática, concluindo-o em 1968 no Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA), no Rio de Janeiro, em decorrência do período político brasileiro, tornando-se o primeiro Mestre em Matemática no estado do Pará.

Decidiu retornar à Belém, embora tenha recebido proposta para fazer doutorado em Chicago, EUA, e nos anos subsequentes foi promovido ao cargo de Professor Assistente e depois ao cargo de Professor Titular do Departamento de Matemática da UFPA, instituição onde também exerceu a função de Coordenador do Curso de Matemática. Em 1990, aposentou-se da UFPA no cargo de Professor Titular do Departamento de Matemática (O' DE ALMEIDA; PEREIRA; CHAQUIAM, 2016b).

Em 1979, por meio de Decreto do Governador Alacid da Silva Nunes, foi nomeado Superintendente Geral da Fundação Educacional do Estado do Pará, cargo que exerceu durante os dois períodos de governo de Jader Fontenele Barbalho. Também foi membro do Conselho Estadual de Educação do Pará por um período de oito anos e, em 1993, ainda no exercício da Superintendência da Fundação Educacional do Estado do Pará, coordenou a equipe que criou e implantou a Universidade do Estado do Pará (UEPA), tendo sido nomeado o seu primeiro Reitor, além de professor concursado do Departamento de Matemática, Estatística e Informática (DMEI) da UEPA.

O professor Manoel Viegas Campbell Moutinho foi o primeiro Reitor da Universidade do Estado do Pará (UEPA), diplomado oficialmente com o título de Professor Emérito da instituição em 04 de novembro de 2014. Esse título é concedido aos docentes que se destacaram no exercício das atividades acadêmicas e de gestão pelos relevantes serviços prestados à instituição e educação ao longo da carreira.

Considerações finais

Os dados apresentados são alguns dos resultados de um extenso levantamento junto às instituições de ensino, bibliotecas e arquivos públicos municipais, dentre outros, visando identificar fontes que pudessem contribuir para composição de uma história da instrução pública paraense, mais precisamente, para uma História da Matemática e/ou História da Educação Matemática na Amazônia. Ao longo desse percurso, observou-se que existem parquíssimas fontes disponíveis contendo elementos que informem ou confirmem fatos para a composição das referidas histórias.

Nesta síntese histórica, foram abordadas particularidades de três instituições de ensino, marcos da educação paraense até os dias atuais, fatos que corroboram a construção de uma história da instrução pública na Amazônia. Os professores apresentados são referências para seus pares até hoje, suas histórias transcendem a região Amazônica e evidenciam relações que entrecruzam o uno e o múltiplo, o ser individual e o social.

Ressalto que o apresentado são resultados de pesquisas em desenvolvimento pelo GHEMAZ, que ainda faltam outras fontes serem analisadas ou que estão em processo de análise, que podem trazer em seu bojo mais detalhes para compor a história das principais instituições públicas de ensino no Pará e de professores de matemática no/do Pará. Os trabalhos produzidos pelo GHEMAZ visam à constituição de uma História da Matemática e da Educação Matemática na Amazônia, particularmente no estado do Pará.

Referências

BASSALO, J.M.F. La Penha: Gerador e Gerenciador da Ciência. Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas. **Revista Ciência e Sociedade**, v. 14, 1997.

BASSALO, J. M. F. Ruy da Silveira Britto. *In*: BASSALO, J.M.F.; ALENCAR, P.T.S; VELOSO, J.M.M. (org.). **Conjuntos Lineares: Sucessão**. (Tese de Cátedra de Ruy da Silveira Britto, CEPC, 1941). Belém: Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente do Estado do Pará (SECTAM/FUNTEC),1998. p. 47-53.

CHAQUIAM, M. **Guilherme de La Penha**: uma história do seu itinerário intelectual em três dimensões. 2012. 285 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

COUTO, A.P.N.P; LIMA, L.A.M.; CHAQUIAM, M. Guilherme de La Penha: um cientista multifacetado. **Boletim Cearense de Educação e História da Matemática**. Fortaleza (CE): EDUECE, 2016.

FORTES, A.B.; DIAS, R.M.C.; OLIVEIRA, I.C. Desvendando a instrução pública na Amazônia: o Instituto Paraense de Educandos e Artífices. **Boletim Cearense de Educação e História da Matemática**. Fortaleza (CE): EDUECE, 2016.

GASPAR, E.S.; CHAQUIAM, M. A trajetória histórica do Liceu Paraense ao Colégio Estadual Paes de Carvalho. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 10. **Anais...** Salvador: SBEM, 2010.

NASCIMENTO, J. B. **Constantino Menezes de Barros**: Matemático que liga o Pará aos maiores centros do mundo e comparável aos grandes ícones da história da matemática. 2013. Disponível em: https://jjfcanto.files.wordpress.com/2013/05/constantino_menezes_-de_barros.pdf. Acesso em: 5 maio 2013.

NOSELLA, P; BUFFA, E. As Pesquisas Sobre Instituições Escolares: balanço crítico. *In*: COLÓQUIO SOBRE PESQUISA DE INSTITUIÇÕES ESCOLARES, 2. **Anais...** UNINOVE, São Paulo, 2005.

O' DE ALMEIDA, M.P.D; PEREIRA, M.G.G.; CHAQUIAM, M. AS teses dos concursos públicos para provimento das cadeiras de matemática do Colégio Paes de Carvalho: o caso Ruy da Silveira Britto. SEMINÁRIO TEMÁTICO - SABERES ELEMENTARES MATEMÁTICOS DO ENSINO PRIMÁRIO (1890-1970): Sobre o que tratam os Manuais Escolares? 14. **Anais...** UFRN, Natal, 2016a.

O' DE ALMEIDA, M.P. D; PEREIRA, M.G.G.; CHAQUIAM, M. Manoel Viegas Campbell Moutinho - Traços de uma história. *In*: SEMINÁRIO CEARENSE DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA, 2. **Anais...** EDUECE, Fortaleza, 2016b.

OLIVEIRA, A. R.; PONTES, D. N. P; CHAQUIAM, M. **O Instituto Lauro Sodré na instrução pública do Pará.** São Paulo: SBEM, 2016.

PARÁ, Governador (1901-1909: A. Montenegro). **Álbum do Estado do Pará.** Paris: Chaponet, 1908. 350 p.

PEREIRA, M.G.G.; O' DE ALMEIDA, M.P.D; CHAQUIAM, M. A instrução pública no estado do Pará: 1890 A 1910.

OS SIGNIFICADOS POR TRÁS DA GEOMETRIZAÇÃO NA CULTURA DOS ASURINI DO XINGU

Arilson da Conceição Rocha

Michael Brabo Siqueira

Rafael Silva Patrício

Maria Dulcimar de Brito Silva

Considerações iniciais

O povo Brasileiro, conforme aponta Carvalho (2003), é basicamente formado pela miscigenação indígena, branca e negra, devido à forma como se deu a colonização do Brasil. As tribos indígenas eram fundamentalmente nômades ou seminômades, cujo desenvolvimento era ligado à abundância de recursos presentes nas regiões as quais se alojavam. Estes grupos são, predominantemente, pertencentes ao tronco linguístico tupi-guarani. Então, durante a colonização, os portugueses se depararam com aldeias que não possuíam classe social, e eram “tribos selvícolas-ribeirinhas, campestres e selvícolas-interioranas” (CARVALHO, 2003, p. 11). Tal fato pode ter tornado mais fácil o processo de aglutinação – por parte dos indígenas – de diferentes aspectos da cultura de outros povos com os quais essas tribos tiveram contato.

De acordo com Ribeiro (2012), as tribos indígenas, que entram em contato com os costumes e hábitos de outros povos, acabam aglutinando esses aspectos de diferentes culturas e perdem a sua identidade original. Apesar disto, Carvalho (2003) diz que há desconhecimento desta cultura de base indígena atribuída ao enraizamento que ela tem em nosso cotidiano e, por conta disto, não se emprega a mesma atenção ao que vem da Europa Ocidental.

Considerando o que foi exposto, esta pesquisa tem como tema os significados dos traçados encontrados no grafismo indígena manifestado pela tribo Asurini do Xingu do estado do Pará, bem como busca apresentar os significados dos padrões geométricos encontrados no grafismo desta tribo em função dos padrões geométricos presentes nesta arte.

Para isto, foi realizada uma consulta bibliográfica em Carvalho (2003), Pereira (2009), Ribeiro (2012), Vidal (2000) e três pesquisas da antropóloga Regina P. Müller, focadas no grafismo, cultura e manifestações indígenas. No tópico subsequente, trata-se do grafismo dos indígenas de modo geral e do papel que este exerce em um contexto maior do que o regional. A seguir, discorre-se sobre a tribo Asurini do Xingu, sua cultura e arte, técnicas e materiais usados, para contextualizar os grupos em que se subdividem os traços do grafismo Asurini e seus significados.

As primeiras informações sobre a região do Xingu paraense datam do século XIX. Conforme Pereira (2009), não há notícias sobre os Asurini do Xingu antes deste período, mas se presume que a região sempre foi habitada por ribeirinhos e indígenas. O primeiro contato não hostil desta tribo com “não indígenas” ocorreu somente em 1971, quando se encontraram com o padre Anton Lukesch e a FUNAI (Fundação Nacional do Índio), a fim de conseguir aliados em guerras entre tribos – que eram comuns naquela região, motivadas por domínio de terra ou mulheres.

Os Asurini do Xingu têm uma sociedade bem organizada com líderes políticos e religiosos, assim como há uma tentativa para a manutenção da cultura. Entretanto, desde o contato com a cultura ocidental, houve transformações: na casa grande (local onde os mortos são enterrados), todos costumavam morar, como relata Müller (1993): em um lado da casa, as famílias residiam e no outro eram enterrados os mortos. Este costume mudou, hoje, nenhum Asurini mora nela. Outro aspecto na cultura que vem mudando concerne às vestimentas, conforme Pereira (2009), os mais novos usam bermudas, calças longas ou sungas, enquanto os mais velhos ainda andam nus – as mulheres ficam apenas de calcinha. Além destes, vários costumes foram modificados quanto à alimentação, comércio, caça, pesca e entre outros.

As festas dos Asurini ocorrem em período de safra de determinados produtos – festa do veado, festa do milho, contudo, os mais jovens já não frequentam tanto quanto antes. Dentre os aspectos que estão mantidos, nota-se a divisão de trabalho, em que os homens caçam, pescam e derrubam matas, enquanto as mulheres plantam, fazem a colhei-

ta, ralam a mandioca e cuidam da casa e dos filhos; e o casamento que só ocorre entre pessoas do grupo.

Grafismo

O grafismo está além da estética, em viés da imaginação e contexto em que a tribo está inserida, como comenta Ribeiro (2012, p. 18), ao definir grafismo, de modo geral, como “um saber cultural, pois depende da intencionalidade dos contextos sociais onde estão inseridos”. Tendo em vista o contexto social em que a arte indígena se insere e que está ligada ao seu produtor (o indígena), o autor infere que ela não recebe o devido valor, com a justificativa de que aos seus produtores é aferido o “status” de selvagens ou bárbaros. Desta forma, a arte é julgada independente do seu real significado e saber cultural. Isso conduz, normalmente, a uma atribuição de teor simplista e ingênua da arte indígena, entretanto:

Dentro das contribuições que a arte indígena pode dar, o uso da abstração é um tópico que merece atenção. Temos por hipótese que a percepção do mundo sob uma concepção diferente da nossa acaba por influenciar na forma de representação, criando imagens providas de um rico sistema de composição, síntese de cores e de formas, que propiciam um rigor formal, e, ao mesmo tempo, uma grande beleza. Desenhos que se estudados mais a fundo podem revelar toda grandiosidade e genialidade disfarçados em suas formas simples, mas não ingênuas. (CARVALHO, 2003, p. 5)

Logo, a visão de ingenuidade e de simplicidade da arte indígena se contradiz na abstração advinda da visão de mundo que eles possuem. Uma visão que se apresenta diferente da nossa, que influencia na representação dada às formas e imagens vistas no grafismo e a diversidade dessas, formam uma unidade, denotando originalidade ao grafismo indígena que, segundo Carvalho (2003), revela-se na ocorrência de padrões geométricos abstratos em sistemas de representações. Tais padrões não possuem correspondência direta na natureza, são provenientes do raciocínio desse povo. A

partir disso, podemos inferir que essa arte está para além do observável, revelando formas e padrões genuinamente provenientes da imaginação.

Para Ribeiro (2012), o grafismo indígena – reproduzido, nos brasileiros, em pinturas corporais e em objetos como cerâmica e cestaria – é, não somente manifestação estética, mas também representação social e religiosa, herdada a partir da memória cultural dos mais velhos, que justificam a própria existência por meio da mitologia explícita nas formas da pintura.

O autor ainda aponta que, mediante a gama de formas no grafismo indígena, diz-se que esta identidade é, possivelmente, constituída também por contatos intertribais.

As interpretações variam entre o geral e o particular compondo um corpus gráfico entre a memória tradicional e a poética contemporânea que se convergem na busca por sinais que se identificam. Assim, funda-se uma autonomia frente aos modelos culturais já segmentados quando estas sociedades indígenas reproduzem as formas geométricas que variam entre as abstrações e as simplificações naturalísticas – não apenas como códigos internos, mas também como um discurso extra local que situa estes artistas-artesões indígenas no pilar de uma luta pelo reconhecimento étnico. (RIBEIRO, 2012, p. 21)

Essa autonomia mostra a originalidade da arte indígena, que é moldada a partir do contexto de seu povo e os diversos contatos que tiveram com outros – oriundos da forma como veem o mundo em conjunto com representações da natureza –, colocam-na como representação de uma luta pelo reconhecimento desta cultura como parte integrante da identidade de um povo.

No aspecto social, Ribeiro (2012) acrescenta que a pintura tem significado, tendo conotação de batalha em alguns povos, e em outros ela apenas possui conotação imagética para servir como ornamento.

Figura 1 - Foto de Renato Delarole: Motivo ipirajuak, "pintura de peixe", padrão tayngava



Fonte: Carvalho (2003).

Asurini do Xingu

Os Asurini do Xingu são índios de língua da família Tupi-Guarani, no Estado do Pará, localizam-se às margens do rio Xingu, próximo ao igarapé Ipixuna, onde foram encontrados com outros povos Tupi da região por volta dos anos 70, graças a projetos do governo, como as construções da Transamazônica e da hidrelétrica de Tucuruí (Figura 2). Contam atualmente com uma população de aproximadamente 106 pessoas (IBGE, 2002). Segundo a estimativa da antropóloga Berta Ribeiro (apud MÜLLER, 1987), a população em 1930 era de 150 indivíduos, mas no ano do contato, muitos já haviam sido mortos em confrontos com os Kayapó ou os Araweté, quando suas mulheres e crianças foram sequestradas.

Entre as atividades desenvolvidas por eles estão, por exemplo, a caça, a pesca, a agricultura, a tecelagem, a cerâmica, a produção de armas e os adornos corporais. A divisão de algumas atividades dentro da sociedade Asurini é determinada pelo sexo e pela idade de seus integrantes.

Figura 2 - Território do Koatinemo, onde vivem os Asurini do Xingu próximo ao município de Altamira, Pará



Fonte: Google Maps.

As duas atividades que mais caracterizam a cultura da tribo Asurini são o xamanismo – desempenhado praticamente por todos os homens (como pajés) e também algumas mulheres (no canto e dança) da tribo e possui um papel importante nessa sociedade – e a arte gráfica, desenvolvida pelas mulheres, principalmente, na pintura corporal e na ornamentação da cerâmica, que é bastante característica por seu alto

grau de geometrização, relacionando-se tanto com os elementos da natureza quanto elementos sobrenaturais.

A partir disso, uma das características tradicionais dos Asurini é a utilização de desenhos geométricos para a ornamentação do corpo e dos objetos no artesanato. Os desenhos possuem significado, e sua elaboração segue uma gramática própria deste sistema de comunicação, obedecendo a regras estéticas e morfológicas. Nas cosmologias Tupi, grupo linguístico ao qual pertencem os Asurini, pode-se definir três ordens (também chamadas de domínios), os quais se encontram referidos na nomenclatura dos desenhos geométricos: a natureza, a cultura e o sobrenatural.

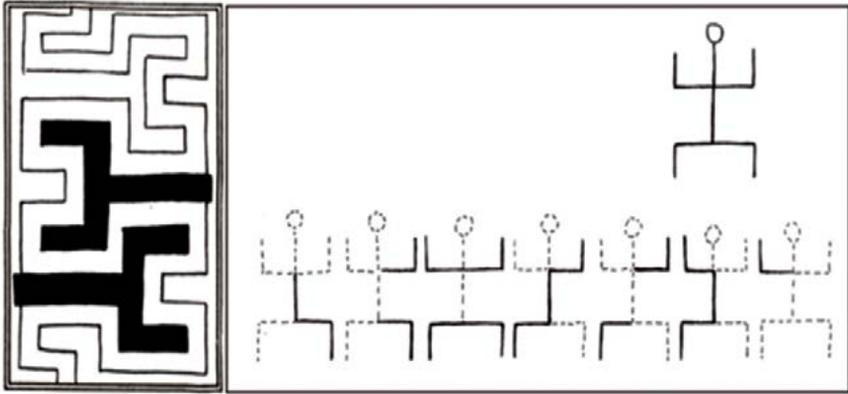
Para eles, o corpo humano é um suporte, por excelência, das manifestações gráficas elaboradas pelas mulheres da tribo. A divisão do corpo, em áreas para a decoração, obedece a outras regras além das regras formais do desenho. Critérios como sexo, idade e a atividade determinam categorias sociais marcadas no corpo por esses signos visuais.

No homem, há uma divisão horizontal de ombro a ombro. O desenho do ombro, que liga a faixa horizontal, é o desenho da tatuagem executada nos guerreiros, por ocasião da morte do inimigo. Marca, portanto, a atividade do sexo masculino: a guerra. Nas mulheres, a divisão é vertical e marca o ventre.

O domínio da geometrização do espaço é uma característica fundamental nesse estilo de pintura: as mulheres mais velhas e experientes possuem uma técnica mais apurada, possuindo a habilidade de decorar uma peça onde não se distingue o começo do fim do desenho, levando-se em conta que nenhum traçado é feito antes de se pintar para dividir geometricamente a área pintada.

No desenvolvimento do repertório, o padrão mais presente é o *Tayngava*. Esse padrão “permite a reprodução infinita, que caracteriza o desenho Asurini, e onde se encontra a criação individual” (CARVALHO, 2003, p. 18).

Figura 3 - *Tayngava*: identificação do módulo (esquerda) e construção do significado (direita)



Fonte: Carvalho (2003).

O traço mínimo da figura *Tayngava* representa os braços e as pernas desta figura. Segundo a antropóloga Regina P. Müller, a imagem do ser humano é o protótipo de representação do mundo.

Técnicas e materiais

Para a produção do material no corpo humano, usa-se o suco do fruto do jenipapo verde, tinta vegetal, os pincéis são as hastes de uma leguminosa (jufuiva), uma lasca de palha de babaçu, os dedos ou o talinho encapado de algodão. Rala-se o fruto verde do jenipapo na raiz da palmeira-paxiubinha e espreme-se o sumo, ao qual se adiciona carvão vegetal, esfregando no fundo de uma panela de cerâmica semi-quebrada, onde se deposita o líquido.

Com o carvão, o desenho fica visível durante a execução da pintura, feita com os pincéis ou os dedos. Após o banho, horas depois da aplicação, o risco desaparece momentaneamente com a eliminação do carvão, mas ressurge forte devido ao efeito do sumo do jenipapo na pele humana, permanecendo por cinco dias ou mais. As cuias são gravadas em fogo. Recorta-se o fruto ainda verde, longitudinalmente, e retira-se a polpa. Com a ponta incandescente de uma vareta de madeira apropriada, faz-se a gravura na superfície côncava e externa da cabaça ainda verde, coloca-se para secar ao sol.

A cor preta utilizada na cultura da pintura corporal do povo Asurini, de acordo com Sagardoy (2006), significa a ausência de luz. Pode transmitir um sentimento de autoritarismo e dominância, pois atua também no psicológico, por isso, favorece a introspecção e meditação, podendo transmitir a sensação de renúncia e entrega, de abandono e ainda autoanálise. Nota-se que o grafismo possui um significado especial e está relacionado à cultura de cada grupo.

Na tatuagem, usa-se um escarificador, o *merirynga* (feito de dente de cutia bem afiado), tinta de jenipapo e resina de árvore. Para impedir o sangramento, aplica-se uma infusão de água e folhas de urucum. A escarificação torna-se indelével ao ser coberta com tinta de jenipapo e uma mistura de carvão e resina vegetal. A pele tatuada deve ser mantida seca pelo espaço de, pelo menos, uma semana.

Não foi encontrado registros se houve mudanças quanto à produção do material para a pintura corporal, mesmo após o contato da tribo com o homem Branco.

Significados

Em alguns povos, a pintura significa preparação para a luta, batalha; para outros, serve para ornamentar, como é o caso das imagens. Ela é transmitida por meio da memória cultural herdada de seus antepassados e pela mitologia que explica sua existência. Além disso, as pinturas são verificadas em toda a história da humanidade.

Desvendar as diferentes formas de pinturas e seus significados nas diversas culturas indígenas torna-se relevante, quando se considera que é neste ato que as diversas etnias enfrentam o fenômeno da aculturação.

Segundo Müller (1992), os significados da pintura praticada pelos Asurini estão relacionados à cosmologia e às noções fundamentais do olhar sobre o mundo frente ao povo, onde somente as mulheres têm a prática da pintura. A forma utilizada é feita de desenhos geométricos, também usados na decoração dos objetos utilitários, existem desenhos próprios que são específicos a cada região do corpo, como a pintura da perna, o desenho na cabeça ou a pintura da boca.

O grafismo corporal do povo Asurini e seus significados estão divididos em três grupos. O primeiro é conhecido como grupo ecológico ou domínio da natureza, diz respeito aos traços que mostram as influências que o ambiente exerce sobre a vida diária do povo Asurini (MÜLLER, 1993).

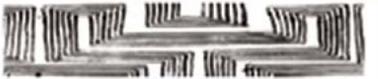
Figura 4 - Padrões do Grupo Ecológico

AJUAWUIAKI – ramos de árvore	
EIREMA'YWA – favo de mel	
AWATIPUTYRA – espiga de milho	
KUMANA – feijão	
JAWARAJURYNA – pescoço do jaguar	
YWRYWAAKA – pintura da lagarta	

Fonte: Vidal (2000).

O segundo grupo, denominado Cosmológico ou domínio do sobrenatural, contém traços usados nos rituais e representa a figura humana. Este grupo é reconhecido pelos desenhos representados; já o terceiro grupo é o domínio da Cultura Material.

Figura 5 - Padrões do Grupo Cosmológico

<p>TAYNGAVA – boneco antropomórfico- imagem</p>	
<p>TAYNGAVAJUWAJARAKA – pintura sem bunda e KAPUYWA pintura de galho de árvore</p>	
<p>TAYNGAJUPUPE – pintura da figura de dentro do espinho.</p>	
<p>TAYNGAJUVAPYKA – pintura de ombro muakara</p>	
<p>TAYNGAJUWA'AWA – pintura frente a frente</p>	

Fonte: Vidal (2000).

Figura 6 - Padrões do Grupo de Cultura Material

<p>TAMAKYJUAKA – pintura da perna</p>	
<p>JUAKETÉ – pintura de verdade</p>	
<p>JÁ'EAKYNGA – pintura de já'e (especial de panela)</p>	

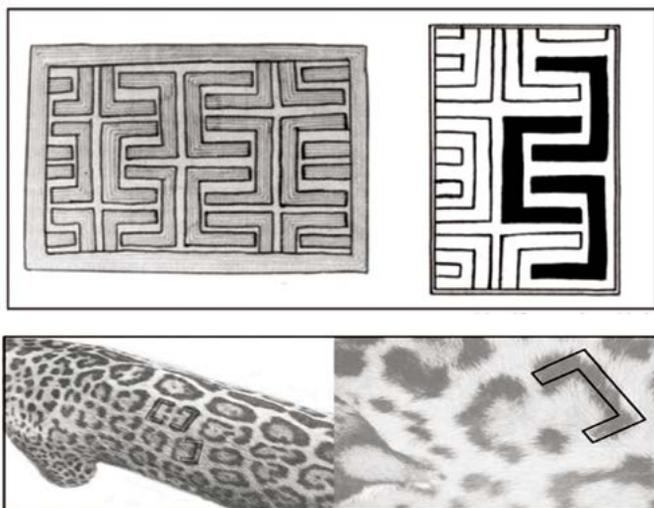
Fonte: Vidal (2000).

Os desenhos corporais do povo Asurini também podem ser utilizados na aplicação sobre a cerâmica. A cor utilizada no corpo é exclusivamente a preta, com a única exceção do *Ajemukati*, que é todo vermelho.

Além desses, sabe-se ainda que também existem padrões que partem da representação de traços animais, como manchas contidas em onças (padrão *džawaražoriwa*) e jabutis (padrão *džawotsipaperá*). Partindo de observações dos Asurini nesses animais, são criadas unidades geométricas.

Observando o padrão geométrico Asurini na onça, a associação com animal é muito difícil, principalmente pelo fato da disposição das formas geométricas. Para se estabelecer essa relação, é necessário ir descobrir no animal padrões peculiares que possam sugerir um elemento semelhante à forma que constitui a unidade. Como outras imagens sugerem certo grau de semelhança com o objeto real, sendo o todo representado apenas por uma fração que o caracteriza, numa espécie de “metonímia visual”, a representação da onça pode ou não ser uma exceção dessa regra, na qual a forma abstrata mantém algumas relações formais com objeto real.

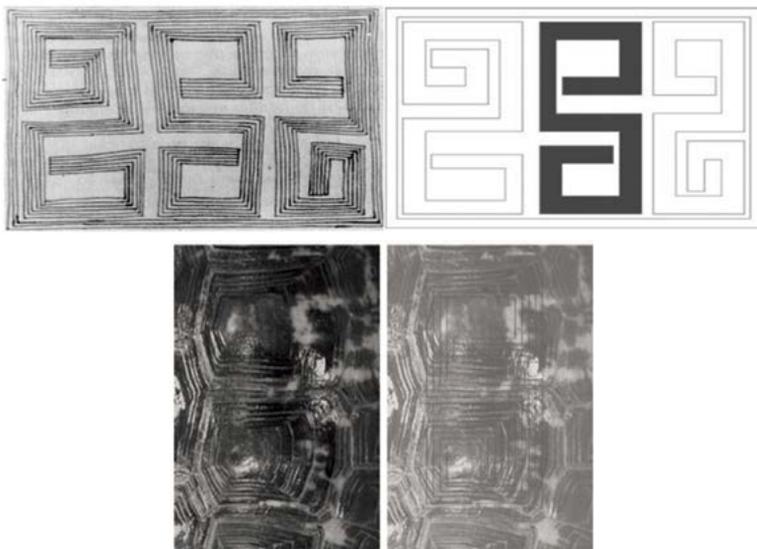
Figura 7 - Padrão da onça



Fonte: Vidal (2000).

Ao contrário do caso da onça, no padrão do jabuti existe uma similaridade do desenho com algumas características do animal. São presentes no jabuti as ranhuras paralelas circundando as escamas ósseas, consequentes do crescimento do animal. No entanto, fica difícil afirmar se esta semelhança é ou não intencional, nas linhas paralelas presentes em quase todos os grafismos Asurini.

Figura 8 - Padrão do jabuti



Fonte: Vidal (2000)

Esse último padrão foi encontrado tanto nas pinturas nos corpos quanto em artigos de cerâmica, junto ao padrão desenvolvido feijão, mas com pequenas variações pelo fato de o desenho ser feito a mão e em uma superfície não-plana.

Existem semelhanças entre os desenhos da onça e do jabuti, tais como: o sistema de repetição, a utilização de linhas paralelas preenchendo o padrão e a forma ortogonal. As semelhanças estruturais são: ambos os padrões se encaixam numa malha, cuja unidade se caracteriza pela menor distância entre dois motivos, e ambos os desenhos apresentam pequenas variações, mas ainda assim situadas dentro desta malha.

Considerações finais

Por meio deste estudo, buscou-se apresentar os significados dos padrões geométricos encontrados no grafismo da tribo Asurini do Xingu no estado do Pará, em função dos padrões geométricos presentes nesta arte.

Nos trabalhos consultados, foi possível observar figuras de grafismos dos Asurini do Xingu, os quais são feitos a partir de padrões que estão em concernência com o que rodeia esses índios, sejam os animais, ou como eles se veem como homens, a sua função e a sua existência.

A arte produzida por estes indígenas é a representação da vida destes indivíduos e, por meio desta, eles apresentam a forma como enxergam a sua própria relação com a natureza, criando formas baseadas em aspectos inerentes ao seu cotidiano.

Este fato é demonstrado pela vasta quantidade de padrões encontrados nos desenhos feitos pelos Asurini do Xingu, seja no grafismo ou na cerâmica. Estes padrões se subdividem em grupos de acordo com o aspecto que a forma representa, tais aspectos se apresentam desde a forma como eles se relacionam com o meio ambiente até o sobrenatural.

A importância do conhecimento dessa arte é fundamental para o reconhecimento da cultura indígena como parte integrante da cultura do povo brasileiro, e o estudo desta nos revela que a formação desta cultura advém das diversas aculturações em que os contatos entre povos e culturas determinam a forma como se dá a manifestação artística dos Asurini do Xingu também.

Referências

CARVALHO, R.A.P. **Grafismo Indígena:** Compreendendo a representação abstrata na pintura corporal Asurini. 2003. 51f. Projeto de Conclusão de Curso (Desenho Industrial – Comunicação Visual), 2003.

MÜLLER, R.P. **Os Asurini do Xingu:** história e arte. Campinas: Editora da Unicamp, 1993.

MÜLLER, R.P. Tayngava, a noção de representação na arte gráfica Asurini do Xingu. *In:* VIDAL, L. **Grafismo indígena:** estudos de antropologia estética. São Paulo: FAPESP, 1992. p. 231

MÜLLER, R.P. A pintura corporal dos Asurini. *In:* RIBEIRO, B. (coord.). **Suma Etnológica Brasileira Arte Índia** (v. 3). Petrópolis: Vozes: FINEP, 1987.

PEREIRA, A.A. **Estudo Morfossintático do Asurini do Xingu.** 2009. 341f. Tese (doutorado em Linguística) – Unicamp, Campinas, 2009.

RIBEIRO, M.M. **Grafismo Indígena.** Influência Grafismo Corporal. 2012. 60f. Trabalho de Conclusão de Curso (Artes Visuais) – Universidade de Brasília (UNB), Brasília, 2012.

SAGARDOY, W. A influência das cores na sua vida. São Paulo: Nova Cultura, 2006.

VIDAL, L. (org.). **Grafismo Indígena:** estudos de antropologia estética. São Paulo: Studio Nobel: FAPESP, 2000.

A HISTÓRIA DA CIÊNCIA COMO ATIVIDADE EDUCATIVA PARA FORMAÇÃO SÓCIO-CIENTÍFICA DE PROFESSORES

Suellem Coimbra de Campos

Bianca Venturieri

Considerações iniciais

Na atual Era da informação, os efeitos das transformações do mundo globalizado estão cada vez mais eminentes nas esferas sociais, econômicas, culturais e políticas. A Educação, por sua vez, acaba sendo um recurso fundamental para que a sociedade enfrente os novos desafios gerados por uma cultura global, em que há incessante difusão de conhecimentos (SANCHO, 1998).

Tais mudanças refletem diretamente na relação CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), pois a visão obsoleta de educação, limitada ao ambiente escolar, caminha para uma nova reorganização e fundamentação de espaços destinados ao ensino, que extrapolam os muros “enraizados” da escola, percorrendo novos rumos em busca de um processo de ensino-aprendizagem mais democrático e eficiente. Chassot (2003, p. 93) defende que “há uma continua necessidade de fazermos com que a ciência possa ser não apenas medianamente entendida por todos, mas, e principalmente, facilitadora do estar fazendo parte do mundo”.

A ampliação da dimensão pedagógica nos espaços educativos – sejam estes formais, não-formais e informais – modifica a forma que a sociedade dialoga com as transformações recorrentes no ambiente e nas relações estabelecidas nele. Tal aproximação tende a contribuir para o desenvolvimento da cultura científica entre os indivíduos, pois favorece possibilidades para expansão de vínculos duradouros, não se restringindo a um único espaço ou ao tempo vivenciado neste (MARANDINO, 2001).

Diante disso, o atendimento direcionado a uma parcela da população vem perdendo credibilidade, sendo então substituído por demandas de um público mais amplo e diversificado, no qual, explícita ou implicitamente, estes espaços são identificados como fontes de comunicação e socialização do conhecimento (VALENTE, 2005).

Logo, as ações de divulgação científica destacam-se nesses novos ambientes, por priorizarem a redefinição de significados que vinculem conhecimentos clássicos às temáticas atuais, a fim de gerar interações permanentes entre ambos e desmistificar pré-conceitos enraizados de Ciência sem precedentes, fragmentada e/ou distante da realidade, como ressalta Valente (2005).

No ensino de Ciências, são identificadas barreiras artificiais entre as disciplinas, pois estas detêm dificuldades de estabelecer conexões permanentes e, como consequência, acabam fechando-se completamente e impedindo o entendimento bem como a construção do conhecimento como unidade (MORIN, 2000).

Carneiro e Gastal (2005) afirmam que, de forma análoga, a fragmentação e a atemporalidade dos conteúdos de ciências são encontradas nos próprios livros didáticos, ferramentas importantes no processo de ensino e aprendizagem, por conseguinte, limitam o professor e o aluno a abordagens superficiais e descontextualizadas.

O emprego da História da Ciência – como recurso diferenciado para desenvolver atividades que consigam reverter tanto à falta de integração nos espaços educativos como nas disciplinas de ciências – destaca-se por englobar estratégias, que constroem uma relação mútua entre as disciplinas, e as implementações em diferentes ambientes de socialização do conhecimento. Assim, a reflexão sobre a construção da Ciência torna-se mais sólida e significativa, uma vez que o conjunto de interações contínuas entre o meio social, econômico e político, é estabelecido sob uma correlação de tempo e espaço, podendo ser reconstruído dentro do processo educativo (VALENTE, 2005).

As contribuições do cientista Oswaldo Cruz, de acordo com Fraiha Neto (2012), criam elos alternativos que favorecem o intercâmbio entre disciplinas e os espaços educativos, em virtude de o arcabouço de transformações geradas a partir dos seus trabalhos permitir transcorrer do cenário nacional até o local, aproximando a Ciência da realidade vivenciada pelos indivíduos.

Considerando tais influências de forma pontual, pode-se identificar conexões relevantes embasadas em uma escala de tempo e espaço, que re-

tratam a dimensão e o valor das ações desempenhadas pelo cientista no estado do Pará, bem como a repercussão destas no desenvolvimento da Ciência no estado. Logo, o uso de ações educativas, que promovam esse tipo de discussão e divulgação da Ciência, possibilita delinear estratégias que se complementem e propiciem a construção do conhecimento científico.

Aplicação da proposta metodológica

O presente estudo utilizou o método descritivo, estruturado em uma pesquisa de caráter quali-quantitativo para construção dos instrumentos de coleta e análise de dados. De acordo com Demo (1984 apud GIL, 2008, p. 31), esta pesquisa social compreende: “Assim, o relacionamento entre o pesquisador e pesquisado não se dá como mera observação do primeiro pelo segundo, mas ambos” acabam se identificando, sobretudo quando os objetos são sujeitos sociais também, o que permite desfazer a ideia de objeto que caberia somente em ciências naturais”.

O delineamento da pesquisa foi pautado na abordagem quali-quantitativa, a qual se configura pelo uso de ferramentas que geram um entendimento extenso e significativo acerca do tema estudado (RODRIGUES, 2006).

A oficina “Oswaldo Cruz e a Febre Amarela no Pará” foi uma atividade educativa utilizada para a extensão da pesquisa e para verificar os efeitos desta. Ademais, foi elaborado um questionário semiestruturado para ser aplicado com um público-alvo composto por 15 professores em formação continuada do curso de Licenciatura Plena em Ciências Naturais Habilitação em Biologia da Universidade do Estado do Pará (UEPA).

Os professores foram convidados a participar das atividades do projeto: “História da Ciência na formação inicial e continuada de professores: influências na/para aprendizagem”, que foi desenvolvida no Centro de Ciências e Planetário do Pará na cidade de Belém-PA.

A construção da oficina ocorreu através da busca por uma correlação entre a natureza histórica e atual da Ciência, para isso, efetuou-se a princípio consultas de livros e artigos científicos que descrevem as práticas pedagógicas implementadas no espaço de educação escolhido para a aplicação da oficina.

Após a pesquisa ao referencial bibliográfico sobre a temática investigada, foi desenvolvida uma discussão sobre Oswaldo Cruz em uma pers-

pectiva histórica e sua correlação para o conhecimento atual sobre a febre amarela. Após esse momento, houve a elaboração do jornal interdisciplinar, para que os participantes conseguissem visualizar e construir esse tipo de relação entre as disciplinas, de forma contextualizada e significativa.

A análise dos dados se deu através das respostas obtidas nos questionários e, para isso, foram utilizadas categorias que representam não somente o pensamento de uma única pessoa, mais sim, quantas apresentam concepções afins. E como método para realizar a análise dos dados, foi empregada a técnica de análise de conteúdo, a qual permite criar abordagens, revisão de conceitos, bem como sistematizar o conhecimento em categorias pontuais e amplas (CAVALCANTE; CALIXTO; PINHEIRO, 2014).

No discurso de Meireles e Cedón (2010), a referida técnica identifica variáveis no texto e propõe uma reorganização do conteúdo através de categorias semânticas, que ampliam a capacidade de recuperar informações. Nesse sentido, realizou-se uma análise crítica e direcionada, para compreender as informações dadas nas respostas e as possíveis comparações e ressignificados que puderam ser adquiridos no decorrer do estudo.

Resultados e discussão

Para análise dos dados foi feita uma leitura prévia dos questionários, em que foram destacadas as respostas dos participantes e, a partir destas, criados os agrupamentos de ideias afins com os resultados obtidos e coletados no período de dezembro de 2015 a abril de 2016.

A Tabela 1 apresenta o primeiro item referente ao diagnóstico da oficina, neste se busca compreender qual a avaliação dos professores em relação ao nível de relevância do tema abordado na atividade educativa.

Tabela 1 - Respostas obtidas na 1ª pergunta do questionário

Como você avalia a relevância do tema abordado na oficina?	
<i>Categoria de Respostas</i>	<i>Número de Respostas/Professor</i>
Regular	0
Bom	12
Excelente	3
Total	15

Tais avaliações revelam a importância de se explorar temas que enriquecem a formação dos mediadores, tendo em vista que os desafios da docência são contínuos, por isso, cabe aos professores buscar práticas pedagógicas para reestruturação do ambiente de ensino-aprendizagem tendo como alicerce os novos olhares e redescobertas da Ciência, como revela Malucelli (2007, p. 115):

Um dos principais problemas da formação de professores não é tanto o desenvolvimento do conhecimento dos alunos, das aulas e da natureza do processo educativo, e sim como facilitar aos professores em formação a integração destes conhecimentos dentro de sua própria prática.

No segundo questionamento sobre a oficina, perguntou-se aos professores se eles consideram necessário trabalhar as contribuições dos cientistas nos espaços de educação. Como resultado, os 15 participantes responderam “Sim”, pois, como ressalta Andrade (2003, p. 137): “A dimensão temporal do conhecimento manifesta-se quando se toma consciência que as teorias não são fruto de revelações, mas de um complexo processo histórico de construções”. Para melhor visualização e compreensão de tais respostas, foram criadas três categorias que estão dispostas na Tabela 2.

Tabela 2 - Respostas em categorias referentes à 2ª pergunta do questionário

Na sua concepção, é necessário trabalhar as contribuições dos cientistas nos espaços de educação?	
<i>Categoria de Respostas</i>	<i>Nº de Respostas/Professor</i>
Reconhecimento da Pesquisa	7
Produção de Conhecimento	4
Relevância Social	4
Total	15

Para justificar tais resultados, foi escolhido o relato do professor que participou da atividade, a partir do qual se pode inferir aspectos importantes sobre o segundo questionamento. O professor 1 expressa a categoria: Reconhecimento da Pesquisa.

Sim, pois são temas de caráter informativo e educativo, que fazem parte do currículo, apesar de observarmos que não é levado em consideração nos espaços escolares (Professor 1).

Tal discurso sobre a importância dessas temáticas, que por vezes é ineficiente e ignorada nos espaços de educação, como é enfatizado por Brasil (1998 apud SCHMIDT, 2003, p. 67):

As teorias pós-críticas apresentam-se no Brasil de forma tênue e sem muita ênfase, ainda, pois os currículos abordam poucas questões que as representam através dos Temas Transversais (Ética, Saúde, Orientação Sexual, Meio Ambiente, Trabalho e Consumo e Pluralidade Cultural) propostos nos Parâmetros Curriculares Nacionais.

Assim, verifica-se que o paradigma de Ciência sem antecedentes e fragmentada ainda predomina nos espaços de educação, e o próprio currículo acaba por reforçar tal problemática, devido priorizar discussões atuais como os Temas Transversais em detrimento da História da Ciência, a qual, se fosse abordada de forma conjunta em tais temáticas, ampliaria ainda mais a compreensão do desenvolvimento da Ciência. O discurso do professor 2 exemplifica a categoria: Produção de Conhecimento.

Porque é muito importante fazermos um estudo aprofundado da importância da história da ciência e suas transformações e descobertas para o ensino aprendizagem (Professor 2).

A seguir, apresenta-se as falas do professor 3 e do professor 4 que estão incluídos na categoria: Relevância Social.

Porque muitos estudos precisam ser divulgados melhor (Professor 3).

Pois faz parte da história e dos acontecimentos que ocorreram no passado, e sem a informação não é possível a compreensão de como se deu os fatos, e também para que possamos melhorar nosso conhecimento frente aos novos desafios (Professor 4).

Segundo Alves e Forsberg (2009, p. 5), “Ao inter-relacionar ideias e metodologias da ciência e sua trajetória histórico-social em diferentes contextos, estes conhecimentos ganham um novo valor”. Com isso, tal valor enfatizado pelos autores é exposto nos três argumentos que defendem a importância da abordagem histórica nas diversas áreas da Ciência, considerando que assim se contribui para gerar conhecimento, divulgá-lo e desenvolvê-lo ainda mais frente aos novos desafios.

A Tabela 3 apresenta a avaliação dos professores no que se refere ao grau de informação do público escolar sobre a doença da febre amarela.

Tabela 3 - Respostas da 3ª pergunta do questionário

Como você avalia o grau de informação do público escolar acerca da doença?	
<i>Categoria de Respostas</i>	<i>Nº de Respostas/Professor</i>
Ruim	3
Regular	11
Bom	1
Total	15

Os dados obtidos da questão 3 revelam a necessidade da divulgação científica, principalmente, nos espaços de educação, pois como afirma Esperança, Filomeno e Lage (2014, p. 1584): “Ter acesso à produção científica e ser reconhecido como produtor de saberes e conhecimentos são um direito de cidadania”.

Por isso, compreende-se que os métodos de divulgação da Ciência precisam ser reconfigurados para atender às lacunas e ao distanciamento da Ciência na formação dos alunos, para que esses consigam ver-se como agentes de produção e compartilhamento da Ciência na sociedade.

No quarto item de análise, levantou-se o seguinte questionamento: Nesse sentido, a oficina mostrou-se eficiente para contribuir em sua formação docente? E como resultado, os 15 participantes responderam “Sim”, ou seja, todos os professores afirmaram que a oficina se mostrou eficiente para contribuir em suas formações enquanto docentes.

Além disso, foi solicitado que os participantes justificassem suas respostas. Para melhor visualização e análise de tais respostas, foram criadas 3 categorias que estão representadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Respostas da 4ª pergunta do questionário

Nesse sentido, a oficina mostrou-se eficiente para contribuir em sua formação docente?	
<i>Categoria de Respostas</i>	<i>Nº de Respostas/Professor</i>
Atualização Profissional	4
Enriquecimento das práticas pedagógicas	6
Relevância da Interdisciplinaridade	5
Total	15

Como exposto na 4ª questão de análise, foram selecionados 4 relatos dos professores, nos quais estão representadas as 3 categorias citadas:

Ela mostrou todas as formas de aprendizagem que são válidas para aprimorar e atualizar meus conhecimentos (Professor 1).

Os relatos dos professores 2 e 3 são exemplos da categoria de enriquecimento das práticas pedagógicas:

Mostra metodologia diversificada ao aluno com certeza é de grande importância para um melhor ensino aprendizagem (Professor 2).

Sim, ficou evidente que é possível desenvolver atividades prazerosas, utilizando recursos tecnológicos como aliados para fazer uma boa dinâmica (Professor 3).

Em relação aos efeitos da atividade educativa na formação sócio-científica dos professores, os relatos exploram um eixo central que se refere às metodologias e ao papel desses docentes nos espaços de educação. Como esclarece Marandino (2005, p. 163): “O sujeito da divulgação é [...] o próprio papel social dos cientistas e dos divulgadores frente às problemáticas sociais e ambientais que se colocam”.

Assim, o professor enquanto mediador da Ciência necessita posicionar-se frente às transformações dos espaços de educação decorrentes das demandas socioambientais; para isso, deve buscar recursos que viabilizem a reciprocidade entre educação, realidade socioambiental e produção científica.

Considerações finais

A presente pesquisa teve por finalidade contribuir para formação sócio-científica de professores, utilizando a História da Ciência como metodologia interdisciplinar para gerar discussões diferenciadas sobre o desenvolvimento científico nacional e local.

O tema abordado na oficina “Oswaldo Cruz e a Febre Amarela no Pará” foi escolhido por proporcionar uma proposta de atividade educativa com uma visão ampla sobre os feitos da Ciência, esclarecendo dúvidas e possíveis concepções distorcidas a respeito das pesquisas de cunho epidêmico implementadas pelo cientista no Brasil, as quais o levaram a ser considerado uma das mais marcantes personalidades da História do Brasil.

A contextualização da Ciência com a realidade social local foi um dos recursos peculiares desde tipo de pesquisa, em virtude desta fomentar a divulgação dos eventos que deram novos rumos para a Ciência no estado do Pará, além de promover formas de extensão destes para os espaços de educação.

Além do exposto, tal metodologia contribui para sanar a carência de informações acerca da febre amarela, doença que marcou a história do país e que até os dias atuais é monitorada em diversas regiões brasileiras. Vale ressaltar também que, por meio do tema da oficina, foi possível despertar uma correlação com o panorama epidemiológico atual, pois embora as medidas profiláticas sejam tão disseminadas nos meios midiáticos, ainda assim, os casos de propagação das doenças estão sendo notificados de forma exponencial.

Com base nos resultados analisados, a pesquisa mostrou-se eficiente por promover a inserção de discussões que, por vezes, são ignoradas ou negligenciadas nos próprios espaços destinados à divulgação da Ciência, estimulando assim o interesse e a busca por conhecimentos que são agentes de transformação social. Logo, pode-se inferir que há uma gama de possibilidades para incorporar práticas pedagógicas em diversas esferas de educação, logo, para que isso ocorra, é de suma importância investigar recursos que possibilitem a compreensão da Ciência como produto da natureza humana.

Referências

ALVES, K.S.G; FORSBERG, M. C. A História da Biologia e a formação de professores de Ciências: a contribuição de Alfred Russel Wallace para a teoria da evolução. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Anais...* Florianópolis, 2009. Disponível em: posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/1667.pdf Acesso em: 14 maio 2016.

ANDRADE, A.M.R. **Ciência em perspectiva: estudos, ensaios e debates**. Rio de Janeiro: Museu de Astronomia e Ciências a fins, Sociedade Brasileira de História da Ciência, 2003.

CARNEIRO, M. H.; GASTAL, M. L. História e Filosofia das Ciências no ensino de Biologia. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 1, p. 33-39, 2005.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, jan.-fev.-mar.-abr. 2003. Disponível em: www.scielo.br/pdf/rbedu/n22/n22a09.pdf Acesso em: 09 abr. 2016.

BRASIL. **Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Secretaria de Educação Básica. – Brasília: Ministério da Educação, 2006. p. 135 (Orientações curriculares para o ensino médio, v. 2)

CAVALCANTE, R. B.; CALIXTO, P.; PINHEIRO, M. M. K. Análise de conteúdo: considerações gerais, relações com a pergunta de pesquisa, possibilidades e limitações do método. **Informação & Sociedade: Estudos**, v. 24, n. 1, p. 13-18, 2014.

ESPERANÇA, T.C.R.B.; FILOMENO, C.E.S.; LAGE, D.A. Divulgação científica no ambiente escolar: uma proposta a partir do uso de mídias digitais. **Revista da SBenBio**, n. 7, out. 2014. Disponível em: www.sbenbio.org.br/wordpress/wp-content/uploads/2014/11/R0859-1.pdf Acesso em: 20 maio 2016.

MALUCELLI, V. M. B. Formação dos professores de ciências e biologia: reflexões sobre os conhecimentos necessários a uma prática de qualidade. **Estudos de Biologia**, v. 29, n. 66, 2007.

MARANDINO, M. Interfaces na relação Museu-Escola. **Cad. Cat. Ens. Fís.**, v. 18, n.1: p. 85-100, abr. 2001. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/download/6692/6159>. Acesso em: 08 nov. 2015.

MEIRELES, M.R.G.; CEDÓN, B.V. Aplicação prática dos processos de análise de conteúdo e de análise de citações em artigos relacionados às redes neurais artificiais. Informação e Informação. **Revista Informação & Informação**, v. 15, n. 2, p. 77-93, 2010.

MORIN, E. **Ciência com consciência**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

FRAIHA NETO, H. **Oswaldo Cruz e a febre amarela no Pará**. Ananindeua: Instituto Evandro Chagas, 2012. RODRIGUES, A.J. **Metodologia Científica**. São Paulo: Avercamp, 2006.

SANCHO, J. M. **Para uma tecnologia educacional**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

SCHMIDT, E. S. Currículo: uma abordagem conceitual e histórica. **Publicatio UEPG**, v. 11, n. 1, p. 59-69, jun. 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.5212/publ.humanas.v11i1.492> Acesso em: 06 maio 2016.

VALENTE, M.E.A. O Museu de Ciência: Espaço da História da Ciência. **Ciência & Educação**, v. 11, n.1, p. 53-62, 2005. Disponível em: www.scielo.br/pdf/ciedu/v11n1/05. Acesso em: 25 jan. 2016.

DA HISTÓRIA PARA A SALA DE AULA: O EPISÓDIO DE JÚLIO CÉZAR RIBEIRO DE SOUZA (1843 – 1887) E A DIRIGIBILIDADE AÉREA NUMA ABORDAGEM REGIONAL PARA O ENSINO DE FÍSICA

Erick Elisson Hosana Ribeiro

Hellen Tamyres Souza Cruz

Alícia Thayna da Silva Alves

Considerações iniciais

Em meio a variedade de discussões atuais no ensino de Ciências, a História e Filosofia da Ciência (HFC) têm sido apresentadas como um campo de estudos e pesquisa que pode oferecer novas estratégias metodológicas promissoras, tendo em vista o melhoramento do ensino de Ciências.

Nessa perspectiva, pesquisadores têm discutido e elaborado pressupostos teóricos que buscam orientar concepções teóricas e práticas para a inclusão deste tema na sala de aula, todavia isso não significa que a HFC deva simplesmente substituir o ensino tradicional, ou ainda excluir outras abordagens metodológicas, mas sim proporcionar um novo olhar para ciência, mostrando, a partir de seu desenvolvimento histórico, que o saber científico não é um fato isolado do contexto social, político, econômico e tecnológico de uma determinada época (MARTINS, 1990). Portanto, trata-se de mais uma alternativa para promover um processo de ensino-aprendizagem que se caracterize pela construção de conceitos científicos, a compreensão do processo histórico da produção do conhecimento e o pensamento crítico-reflexivo acerca de suas implicações no âmbito social e tecnológico.

Partindo da problemática inicial que envolve o ensino de Ciências e das possibilidades em torno da utilização da HFC, neste capítulo apresentamos e discutimos uma proposta pedagógica de atividade para o ensino de Física baseada num episódio histórico de caráter regional: o caso de Júlio Cesar Ribeiro de Souza, inventor paraense do final do século XIX, e a dirigibilidade aérea. Com base neste episódio, são discutidas as possibilidades de construção de conceitos de Hidrostática (densidade e empuxo) a partir da abordagem histórica.

A História da Ciência e sua inserção no ensino de Ciências: alguns pressupostos teóricos

Ao longo da primeira metade do século XX, a Ciência atingiu um elevado grau de valorização pautada, sobretudo, pelos resultados positivos que produzia. Dentro de sua reconhecida complexidade interna, associada aos discursos cientificistas que eclodiram na sociedade neste período, acabou incorporando para a si a identidade de uma atividade neutra, de uso exclusivo de especialistas que objetivavam apenas um conhecimento supremo e universal. Todavia, após os empreendimentos marcantes, nos quais a Ciência esteve associada, principalmente na década de 1940 e a Segunda Guerra Mundial, tais pressupostos identitários foram colocados em xeque, reabrindo espaço para discussões sobre as relações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o surgimento do campo dos Estudos Sociais da Ciência.

Nesse contexto, ganhou relevância o Programa Forte, estabelecido na Universidade de Edimburgo na década de 1970, onde David Bloor, Barry Barnes, David Edge, Steven Shapin, Harry Collins, Michel Callon, Trevor Pinch, Bruno Latour, entre outros, buscavam estudar as ciências a partir de questões propriamente sociológicas/políticas, tentando entender as práticas científicas, o cotidiano dos praticantes das ciências, mais do que as questões teórico-filosóficas relacionadas ao processo de produção de conhecimento (SILVA, 2015).

No final da década de 70, instaurou-se em definitivo a conexão entre a Ciência e a Sociedade no âmbito educacional, mostrando que o ensino não é limitado somente a aspectos científicos, mas também deve abranger aspectos políticos, econômicos e culturais. De acordo com Krasilchik (2000), a visão de “neutralidade” da Ciência seria resultado de uma visão deformada que transmite uma imagem descontextualizada e socialmente neutra ignorando as complexas relações entre Ciência/Tecnologia/Sociedade (CTS). Além disso, ainda proporcionava uma imagem deformada também do método científico, considerado isento de falhas ou erros, e dos cientistas como seres “acima do bem e do mal”.

A partir de então, as relações existentes entre a Ciência, a Tecnologia e os fatores socioeconômicos foram se tornando cada vez mais

evidentes, de forma que hoje é imprescindível que o ensino de ciências se proponha a criar condições para que os estudantes desenvolvam uma postura crítica em relação aos conhecimentos científicos e tecnológicos (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010). Isso parte do pressuposto de que a formação do cidadão é totalmente interligada ao cenário histórico em que ele está inserido, onde o desenvolvimento da cultura e a utilização de recursos tecnológicos tornam-se essenciais para a sua formação; assim, a ideia de Educação em Ciências como um processo de aproximação e compreensão dos estudantes acerca da cultura científico-tecnológica (COLLINS; PINCH, 2006) se revela promissora.

Da mesma maneira, o aprimoramento de saberes físicos requer a interpretação do processo histórico e das ações produzidas para a sua transformação, no entanto, devemos partir da perspectiva de que a História da Ciência não tem por finalidade caracterizar determinadas pessoas como heróis que tornaram a Ciência tal como a conhecemos atualmente, nem ser um composto de biografias sobre “os grandes gênios da humanidade” que marcaram a História e tão pouco um aglomerado de informações cronologicamente estruturadas sobre descobertas precisas. Pelo contrário, como propõe Chassot (1997), a HFC deve ir além disso, no intuito de mostrar as controvérsias e conflitos do contexto de produção, bem como transparecer também aqueles que são considerados como anônimos, mas que tiveram grande significado nesse processo de construção do conhecimento.

Segundo Dias (2004), o novo panorama de abordagem da HFC possui uma perspectiva multidisciplinar, por envolver as Ciências Humanas e as Ciências Exatas, numa conjunção de metodologias e procedimentos próprios, que engloba diversos saberes oriundos das mais variadas áreas. Como o desenvolvimento da Ciência está relacionado à valorização do contexto histórico que influenciava os cientistas em suas épocas, daí então constatar-se-á a importância da HFC para favorecer a interdisciplinaridade entre as áreas, propondo uma visão ampliada da realidade, em que “[...] todo contexto cultural e social poderia ser apresentado ao aluno, com o intuito de levá-lo a compreender por que tal cientista tomou determinada atitude frente aos fatos que lhe foram apresentados” (PEREIRA; SILVA, 2009, p. 40).

As contribuições da HFC para o ensino são as mais diversas, revelando-se, por exemplo, como um caminho possível para a **alfabetização científica**, contribuindo com informações que auxiliam e esclarecem certos conceitos, leis ou teorias, potencializando o ensino como alternativas que privilegiam a educação (SANTOS; SCHEID, 2012), além de explorar o potencial pedagógico e formativo, colaborando para a melhoria da aprendizagem para ampla formação; estimulando o aluno a buscar carreiras científicas (SANTOS; SCHMIEDECKE; FORATO, 2013); e propiciando a interdisciplinaridade entre os saberes ao permitir a compreensão da estrutura do conhecimento, cuja percepção de fenômenos relacionados com outras áreas possibilita o entendimento histórico científico (PENITENTE; CASTRO, 2010).

Episódios históricos da Ciência na Amazônia: o caso de Júlio César Ribeiro de Souza

O estudo de episódios históricos da Ciência tem sido uma das alternativas apontada por pesquisadores para incluir a HFC no ensino de Ciências para a Educação Básica. Primeiramente, no âmbito epistemológico, eles podem ser capazes de proporcionar debates sobre o contexto de uma determinada época, oportunizando uma interpretação mais profunda e minuciosa do processo de construção do saber científico (SILVA; MOURA, 2008). Em segundo lugar, no âmbito pedagógico, os episódios históricos da Ciência também podem configurar-se como o ponto de partida de atividades de ensino em sala de aula, tendo em vista o processo de (re) construção dos conceitos científicos envolvidos, apresentação e discussão de teorias baseadas numa assimilação da organização sóciohistórica e do aspecto humano da Ciência (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011).

No caso da Amazônia, diversos episódios ocorreram ao longo do desenvolvimento da Ciência na região, os quais se tornam essenciais para compreensão deste processo. Como exemplo disso, no ano de 1866, estudiosos, pesquisadores, profissionais liberais, dentre outros da época, criaram em Belém do Pará a “Sociedade Philomática”, uma instituição que tinha como finalidade desenvolver

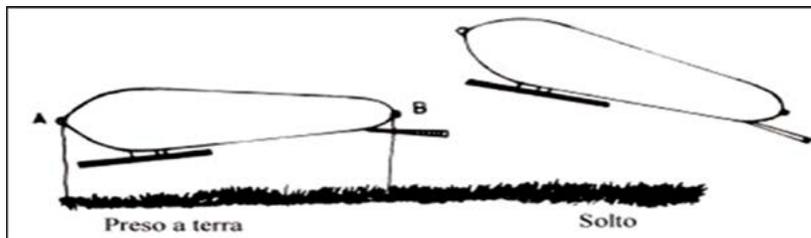
e difundir a “ciência amazônica”, prevendo para isso a instalação de um museu e de uma biblioteca. Assim, em 1871, foi instituído o Museu Paraense, mais tarde chamado de Museu Emílio Goeldi (MPEG), que acabou por se tornar um importante espaço da ciência na Região Norte, congregando grandes intelectuais entusiasmados com avanço da ciência no país.

Foi nesse contexto que alguns empreendimentos científicos surgiram na região (NONATO; PEREIRA, 2013), tais como a invenção voltada para a navegação aérea, do engenheiro Júlio Cezar Ribeiro de Souza (1843-1887), paraense nascido na antiga freguesia de São José do Acará (atualmente município de Acará). Segundo Crispino (2003; 2005), os primeiros estudos realizados por Júlio Cezar sobre o tema foram inspirados nos voos dos pássaros, com o objetivo de encontrar as bases de uma teoria capaz de tornar exequível a dirigibilidade aérea. Vale ressaltar que, até naquele momento, havia duas correntes na navegação aérea: a aviação e o balonismo, porém, nenhuma conseguia estabelecer definitivamente “o domínio do homem sobre o ar”.

Na década de 1880 surgiram os primeiros estudos para o desenvolvimento de balões dirigíveis. Como precursor deste feito, o paraense Júlio Cezar Ribeiro de Souza empenhou-se em defender suas ideias diante de autoridades do governo do Pará, engenheiros do Instituto Politécnico Brasileiro (IPB), em artigos e demonstrações científicas (CRISPINO, 2005). Entretanto, apesar do sucesso com as demonstrações, as avaliações na época foram bastante divididas e o apoio não foi imediato, mostrando que a Ciência também é feita de negociações, de limitações sociais e outros fatores que lhe são externos.

Visoni e Canalle (2010) afirmam que, ao estudar as Ciências Aeronáuticas, Júlio Cezar elaborou e construiu aeromodelos ornitiformes, sobretudo, inspirado nos pássaros amazônicos, projetados com versões sintetizadas de planadores rudimentares. De acordo com Fapesp (2001): “A designação técnica desse corpo mecânico dada na época é balão fusiforme (Fig. 1) dissimétrico aerodinâmico – fusiforme porque tem a forma de um fuso e dissimétrico em razão de ter a proa (frente) maior que a popa (traseira)”.

Figura 1 - Balão fusiforme dissimétrico aerodinâmico volumoso na proa (A) e afilado na popa (B).



Fonte: Visoni e Canalle (2010).

Após o parecer favorável da comissão do IPB e as promissoras demonstrações de protótipos, em 1881, o Governo do Pará custeou a construção de um balão conforme o sistema projetado por Júlio Cezar. Para isso, o inventor se dirigiu à França, onde o balão haveria de ser construído, com o intuito de comprovar a sua teoria. Prevenindo-se de futuras adversidades, Júlio Cesar patenteou a sua invenção em diversos países e, em seguida, apresentou sua tese na Sociedade Francesa de Navegação Aérea. Então, nos dias 8 e 12 de novembro, o invento é testado com êxito diante de toda a imprensa francesa (CRISPINO, 2005; VISONI; CANALLE, 2010).

Ao retornar ao Pará, Julio Cezar demonstrou no dia 25 de dezembro de 1881 seu feito para toda comunidade, porém sua invenção não teve sucesso por falta de recursos para trazer o leme e as asas para a direção do dirigível. Por conseguinte, em março do mesmo ano, o engenheiro viajou para o Rio de Janeiro, novamente esta tentativa foi frustrada pelo mesmo motivo da anterior realizada em seu estado natal e também pela quantidade insuficiente de hidrogênio.

Após os episódios ocorridos, Júlio Cesar conseguiu mais uma vez patrocínio do Barão de Teffé para construir um novo dirigível, o qual denominou de Santa Maria de Belém, medindo aproximadamente 52 metros de comprimento e 10,4 metros de diâmetro, construído novamente em Paris. Imediatamente após a montagem do dirigível, ele retornou para Belém, onde em julho de 1884, realizou a demonstração do novo balão, todavia a improvisação para a produção de hidrogênio, utilizando baterias, ocasionou um acidente devido à explosão das mesmas e impossibilitou o sucesso do empreendimento (TEFFÉ, 1924).

Figura 2 - Tentativa de ascensão do dirigível na Praça da Sé, em Belém, 1884.



Fonte: Domínio público.

Em meio às dificuldades oriundas da escassez de recursos financeiros, de mão de obra especializada no Pará e após as tentativas frustradas de Júlio Cezar, em 9 de agosto de 1884, os franceses Renard e Krebs conseguiram realizar o voo dirigível em um balão, denominado La France. A informação chega ao Brasil e é divulgada no dia 19 de setembro pelo jornal *A Província do Pará*. Logo depois o recebimento da notícia, Júlio Cezar cogita a possibilidade de plágio, manifestando sua indignação por meio de artigos em forma de protestos, os quais foram publicados no Brasil e em versões francesas. Apesar das fortes evidências apresentadas por Júlio Cezar e até mesmo o apoio à causa por parte de vários países, onde ele primeiramente havia exposto sua ideia e feito demonstrações com protótipos, o plágio não foi reconhecido por parte dos franceses (CRISPINO, 2005). Contudo, discute-se ainda o fato de que Júlio César não possuía direito sobre a forma Fuso Assimétrica do balão, pois já haviam sido projetados voos com essa forma de balão, por isso, o feito realizado por Renard e Krebs, para muitos, não foi visto necessariamente como plágio, uma vez que o balão La France possuía diferenças do balão Santa Maria de Belém, contudo mostra uma face interessante da natureza da Ciência: a competitividade (VISIONI; CANALLE, 2010).

A atividade pedagógica proposta: Da História para a sala de aula

Partindo do episódio histórico de Júlio Cezar e o balão dirigível, podemos perceber que se trata de um rico relato acerca do processo de construção da Ciência, seus métodos, suas dificuldades, seus entraves, seus sucessos e insucessos, o qual pode servir como ponto de partida para a discussão sobre a natureza da Ciência, seus meios de produção e o papel dos cientistas na sociedade, além de permitir a construção de conceitos físicos relacionados e a compreensão de fenômenos naturais. No intuito de investigar aspectos dessas possibilidades, uma atividade pedagógica foi planejada e desenvolvida com uma turma de 25 alunos do 2º Ano do Ensino Médio de uma Escola Estadual do município de Castanhal-PA (RIBEIRO; ALVES; CRUZ, 2017).

Para a atividade proposta foi elaborada uma Sequência Didática dividida em sete momentos. Na primeira etapa, foi aplicado um questionário de sondagem, contendo 6 questões sobre aspectos da natureza da Ciência, seus aspectos históricos e sobre os conceitos físicos como densidade, pressão e empuxo. Na segunda etapa, foi realizada uma palestra dialogada abordando a HFC e sua importância para compreensão de fatos científicos, bem como aspectos referentes à natureza da Ciência. Na terceira etapa, foi realizada uma palestra apresentando o episódio de Júlio Cezar e sua atividade científica. Após a palestra, na quarta etapa, foi exibido um documentário sobre o engenheiro, abordando a invenção do Dirigível Aéreo de forma mais detalhada, salientando alguns conceitos que foram ressaltados e expostos em ligação com a realidade. Na quinta etapa da sequência didática, foi realizada uma aula expositiva para apresentar e discutir os conceitos físicos envolvidos na invenção de Júlio Cezar. Na sexta etapa, foi desenvolvida uma atividade experimental demonstrativa com a construção de um protótipo dirigível caseiro. Por fim, na sétima etapa, foi realizada uma avaliação na forma de atividade lúdica do tipo Quiz interativo, contendo oito perguntas referentes aos temas da sequência didática. Uma síntese da Sequência Didática pode ser vista na Tabela 1, a seguir:

Tabela 1 - Sequência didática da atividade pedagógica para o ensino de Hidrodinâmica baseada no episódio histórico de Júlio Cesar

Etapas	Procedimento	Objetivo	Duração
1ª Etapa	Apresentação da Proposta Pedagógica e Aplicação do Questionário de Sondagem	Esclarecer os estudantes sobre a proposta e investigar os conhecimentos prévios deles a respeito da Natureza da Ciência e dos conceitos físicos envolvidos no episódio	1 aula
2ª Etapa	Palestra Dialogada: A História da Ciência e seus pressupostos	Apresentar e discutir a elementos básicos da perspectiva atual da História da Ciência e suas contribuições para a compreensão da natureza da Ciência	
3ª Etapa	Palestra: Júlio Cezar Ribeiro de Souza e a Dirigibilidade Aérea	Apresentação da biografia de Júlio Cezar e o episódio da dirigibilidade aérea envolvendo os aspectos históricos e as controvérsias resultantes	1 aula
4ª Etapa	Documentário sobre a Vida e Obra de Júlio Cezar	Recurso Didático com o objetivo de mostrar uma outra visão sobre o tema e explorar mais detalhes sobre o episódio	
5ª Etapa	Aula Temática Expositiva: A Física do Dirigível e os Conceitos de Hidrodinâmica	Apresentar os conceitos de densidade, pressão e empuxo no sentido amplo e relacionar com a estrutura e aplicação ao dirigível de Júlio Cezar	
6ª Etapa	Atividade Experimental: Construção de um Protótipo Dirigível	Reproduzir de forma ilustrativa o episódio histórico discutindo as etapas de construção e os princípios físicos do projeto de Júlio Cezar	1 aula
7ª Etapa	Avaliação da Aprendizagem e Questionário Final	Verificar evidências de aprendizagem e aspectos referentes à construção de conceitos físicos.	1 aula

Contribuições e possibilidades didáticas da História da Ciência para a construção de conceitos de Hidrodinâmica: uma análise qualitativa

Para desenvolver a análise dos dados obtidos, estabelecemos códigos para sistematizar e preservar identidades dos estudantes como: A1, A2, A3, ... A25, em que o número que acompanha indica cada um dos alunos que participaram do trabalho. O questionário de sondagem, aplicado na primeira etapa da sequência didática, apresentou seis perguntas relacionadas à História da Ciência e a conceitos físicos de Hidrostática, os quais são abordados na análise a seguir.

Na Questão 4 (Você conhece ou ouviu falar sobre Júlio Cesar Ribeiro de Souza e seu projeto dirigível?), os 25 alunos participantes da atividade não souberam responder, alegando nunca terem ouvido falar de Júlio César. Ainda que seja apenas uma pequena quantidade amostral de estudantes, este resultado expressivo indica uma realidade comum, em que a História da Ciência, bem como sua Historiografia, sobretudo de caráter regional, ainda são pouco exploradas ou até mesmo não abordadas em sala de aula. Neste sentido, a possibilidade de utilizar a HC como ponto de partida para o ensino de Física se mostra necessária para promover a valorização da história local e dos sujeitos, que lutavam para desenvolver a Ciência na região, e também promissora devido à potencialidade de não apenas apresentar aos estudantes o conteúdo científico, como também as relações CTS presentes no desenvolvimento da Ciência (COLLINS; PINCH, 2006).

A Questão 5 (Você acha que é possível objetos flutuarem no ar? Explique ou dê exemplos.) tinha como objetivo analisar a percepção dos estudantes sobre a possibilidade de flutuação de objetos. As respostas mostram que 14 alunos responderam de forma simplificada, sem abordar conceitos mais específicos, citando exemplos de gases e balões, como podemos observar em algumas respostas transcritas a seguir:

A11: Sim um balão com gás hélio.

A13: Sim. Pois existem tipos de ar mais leves, e por isso é possível.

A15: Sim porque existe gases mais leves que o ar.

A20: Acho que sim, se esse tal objeto tiver o gás próprio, ou seja, gás hélio como os balões.

De um lado, podemos perceber a existência de um conceito intuitivo que se associa à densidade através de expressões como “tipos de ar mais leves” e “gases mais leves”, contudo, sem mostrar que tipo de relação define esta grandeza. Por outro lado, não houve menções diretas ou indiretas a outros conceitos como pressão e empuxo, igualmente associados à flutuação dos corpos. Além disso, a associação do tema flutuação aos balões, recorrente entre os estudantes, mostra que o episódio histórico de Júlio César se torna potencialmente relevante e significativo, na medida em que pode se tornar um facilitador da aprendizagem de conceitos físicos envolvidos, bem como discutir características da Ciência, seus métodos e relações internas e externas.

Com relação a Questão 6 (Você acha que existe alguma diferença entre ar quente e ar frio? Explique.), identificou-se que 12 alunos possuíam um conhecimento básico sobre o assunto, relacionando a pergunta com o conceito de temperatura e agitação das moléculas, a qual serviu de suporte para a introdução de conceitos relacionados à densidade. A seguir, tem-se algumas respostas dos alunos:

A1: É que com ar quente as partículas estão se movimentando e o ar frio estão paradas ou em uma agitação mais moderada.

A12: Sim no ar quente há uma maior agitação das moléculas e no ar frio as moléculas se agitam menos[...].

A13: Sim na sua temperatura.

A23: O ar quente contém uma temperatura acima de 0 graus.

A3: Sim, o ar quente é mais leve.

A5: Sim, o ar quente frio é mais pesado que o ar quente.

Apesar da recorrente citação do conceito de temperatura, corretamente associado, em outros termos, à energia cinética de vibração das moléculas, apenas os estudantes A3 e A5 relacionaram a questão com o conceito ainda intuitivo de densidade. Do ponto de vista metodológico-

co, estes conhecimentos prévios se tornam absolutamente importantes para o planejamento das atividades e a escolha da melhor abordagem, na tentativa de promover a construção do conhecimento físico. Nesse caso, o episódio histórico mais uma vez apresenta bastante potencial para abordar os conceitos que explicam a flutuação de corpos no ar.

Após a realização da sequência didática, um questionário na forma de Quiz foi realizado com os alunos, com o objetivo de investigar as contribuições da abordagem a partir da HC e do episódio selecionado no processo de construção e elaboração de conceitos de Hidrostática. A pergunta Quiz 5 (Quais princípios físicos explicam a movimentação vertical do dirigível?) tratava exatamente do conceito sobre empuxo. Dentre algumas das respostas, temos:

A3: a força do empuxo.

A12: a força que o balão recebe de baixo para cima, chamado empuxo, tem que ser igual ao peso do balão, assim ele criara estabilidade. E isso fara que ele se mova na vertical (sic).

A25: o empuxo que dar força e controle para o balão voar (sic).

Em geral, os estudantes conseguiram estabelecer a relação causa-efeito entre o empuxo e a flutuação do dirigível, inclusive reconhecendo este como uma força. Destaca-se nas respostas a elaboração do estudante A12 que foi além e descreveu ainda aspectos dinâmicos associados à força resultante sobre o “balão”. Isso mostra que numa abordagem de ensino a partir da HC, é perfeitamente possível a construção tanto dos conceitos simples como daqueles mais complexos e aprofundados – a no caso do episódio de Júlio Cezar, fica evidente a associação ao dirigível de Júlio César –, como também ao experimento do balão dirigível, sendo esta uma das contribuições da sequência didática.

Em relação a pergunta Quiz 6 (Como a densidade dos gases influencia no balão?), as respostas mais recorrentes utilizavam a palavra “leve” para se referir a menor densidade, e alguns poucos utilizaram a expressão “menos denso”, como nos registros abaixo:

A9: influencia na sua levitação.

A10: o gás deve ser menos denso do que o ar para flutuar.

A24: o gás deve ser mais leve que o ar.

Neste caso, ficou bastante evidente a associação do conceito de densidade relacionado à massa, denotada pela expressão “leve”. Além disso, também é possível perceber a correlação entre a densidade de diferentes tipos de gases como condição para a flutuação, como no caso da resposta do estudante A10. Estes dados mostram que a construção do conceito de densidade pode ser facilitada pela abordagem em HC no contexto do episódio do balão de Júlio Cezar.

Na pergunta Quiz 7 (Por que o hidrogênio foi substituído pelo Hélio?), buscava-se identificar novas concepções através da comparação dos gases e suas diferenças. Já a pergunta Quiz 8 (Como se chamam os veículos mais leve que o ar e quais as diferenças em relação aos primeiros dirigíveis?), buscava elementos que associassem a construção de conceitos às etapas da sequência didática. De fato, em relação a sétima pergunta, alguns alunos, como o estudante A10, citaram a inflamabilidade como mais uma característica especial dos gases e a necessidade do cuidado em sua utilização. No caso da oitava pergunta, é possível observar que muitos alunos relacionaram e descreveram fatos abordados na palestra, as quais estão associadas à construção de novos conhecimentos como vemos a seguir:

A13 (Quiz7): porque o hidrogênio é inflamável e teve uma explosão no dirigível, depois foi substituído pelo hélio que não explode.

A25 (Quiz8): aeróstato, os antigos balões eram ar quente, e os hoje já usam gás mais leve que o ar.”

A2 (Quiz8): aeróstato. A diferença que os antigos não tinham direção, só voavam e os de agora tem controle.

Por fim, em relação a estas últimas perguntas, podemos destacar que a apropriação de termos científicos e a construção de novos conceitos também foram contribuições da sequência didática, abrindo possibilidades para novos encaminhamentos didáticos para o ensino dos conceitos de Hidrostática.

Considerações finais

Com base nos resultados da análise, pode-se notar que o episódio de Júlio Cezar, a partir da abordagem em HFC, constituiu-se como uma interessante ferramenta metodológica para o ensino de Física. Dentre as principais contribuições desta abordagem, podemos destacar o despertar do interesse dos alunos em compreender os conceitos físicos existentes na explicação. O elemento “motivação” tem sido há um bom tempo considerado importante para tornar o ensino de Física mais interessante e significativo, daí a importância de novas abordagens de ensino como no caso da HFC.

Outro aspecto relevante observado ao longo da atividade se refere à importância de difundir a História da Ciência, sobretudo, de caráter regional, no ambiente escolar, fazendo assim a transposição “da História para a sala de aula”. A partir da realização desta abordagem, os estudantes puderam não somente conhecer a trajetória de Júlio Cesar Ribeiro de Souza e seu projeto Dirigível Aéreo controlado, até então desconhecida de todos, como também discutir e compreender aspectos relacionados à natureza da Ciência, através do percurso histórico-científico de Júlio César.

O episódio estudado assume ainda mais relevância por se tratar de um paraense, envolvido diretamente na atividade científica no final do século XIX, e também pela possibilidade que oferece para discutir elementos da natureza da Ciência, tais como o processo de construção, a influência de fatores externos, como, por exemplo, as questões políticas e econômicas, a competitividade entre os cientistas, as regras internas da comunidade de científica, dentre outros, que podem ser analisados de forma mais profunda em outra oportunidade, demonstrando que adotar a História da Ciência no ensino de Física pode proporcionar debates construtivos acerca do conhecimento científico.

Por fim, ao tratar das contribuições da sequência didática no que diz respeito à formação de conceitos físicos, fica evidente que os estudantes conseguiram elaborar os conceitos de empuxo e densidade vinculados ao contexto de sua construção e associá-los ao contexto do episódio histórico apresentado, levando em consideração as vertentes históricas e sociais presentes na aplicação da História da Ciência. Esse fato mostra que é possível, a partir de uma abordagem em HFC, desenvolver a

construção de conceitos simples ou complexos dentro do rigor científico e acadêmico de maneira interessante e significativa, rompendo com o ensino tradicional ainda vigente em grande parte das escolas brasileiras.

Referências

CHASSOT, A. Nomes que Fizeram a Química. **Química Nova na Escola**, n. 5, maio, 1997.

COLLINS, H.; PINCH, T. **El Gólem**: lo que todos deberíamos saber acerca de la ciencia. Barcelona: Crítica: Grijalbo Mondadori, 2006.

CRISPINO, L.C.B. Introdução à obra de Julio Cezar Ribeiro de Souza. *In*: BASSALO, J.M.F. et al. (org.) **Memórias sobre a Navegação Aérea**. Série Memórias Especiais (v. 2). Belém: EDUFPA, 2003. p.61-76.

CRISPINO, L.C.B. Júlio Cezar Ribeiro de Souza e a dirigibilidade Aérea”, *In*: ALVES, J.J.A.(org.). Faces da História da Ciência na Amazônia.. Belém: EDUFPA, 2005. p.61-76.

DIAS, C.M.C. História da Ciência: uma perspectiva multidisciplinar. **Revista On-line Unileste**, v. 1, jan.-jun. 2004.

FAPESP. O pioneiro da aeronáutica. **Revista Pesquisa**, v. 9, 2001.

FORATO, T.C.M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R.A. Historiografia e Natureza da Ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n.01, abril, p. 27-59, 2011.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 1, p. 85-93, jan./Mar. 2000,

MARTINS, R.A. Sobre o papel da História da Ciência no Ensino”, **Boletim da Sociedade Brasileira de História da Ciência**, n. 9, 1990.

NASCIMENTO, F.; FERNANDES, H.L; MENDONÇA, VM. iviane O ensino de Ciências no Brasil: História, formação de professores e desafios atuais. **Revista HISTERDBR On-line**, n. 39, p. 225-249, set. 2010. Disponível: www.histedbr.fe.unicamp.br/revista/edicoes/39/art14_39.pdf

NONATO, J.M.D.; PEREIRA, N.M. Histórico da ciência na região norte do Brasil: a ciência em ação na Amazônia brasileira. **Perspectivas: Revista de Ciências Sociais**, v. 44, 2013.

PENITENTE, L.A.A.; CASTRO, R.M. A História e Filosofia da Ciência: contribuições para o ensino de Ciências e para a formação de professores. **Revista Eletrônica Pesquiseduca**. v. 2, n. 4, jul.-dez. 2010.

PEREIRA, C.L.N.; SILVA, R.R. A História da Ciência e ensino de Ciências. **Revista Virtual de Gestão de Iniciativas Sociais**, n. especial, mar. 2009. ISSN:1808-6535.

RIBEIRO, E.H.; ALVES, A.T.S.; CRUZ, H.T.S. A História da Ciência numa abordagem regional e suas contribuições para o ensino de Física: O episódio de Júlio César Ribeiro (1843 – 1887) e a Dirigibilidade Aérea. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 11, **Anais...** Florianópolis, 2017.

SANTOS, E.G.; SCHEID, N.M.J. **Dicas de Filmes para aprender sobre História da Ciência**. Santo Ângelo: FURI, 2012.

SANTOS, E.; SCHMIEDECKE, W.G.; FORATO, T.C.M. A história da ciência nacional, seu potencial didático para a escola básica. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 9. **Anais....** Águas de Lindoia, São Paulo, 2013.

SILVA, C. C.; MOURA, B. A. A natureza da ciência por meio de episódios históricos: caso da popularização da óptica newtoniana. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, 2008.

SILVA, F.A. **Combates de Alexandre Koyré: Por uma História do Pensamento Científico**. Tese (Doutorado em História) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

TEFFÉ, A.B. O Brasil – Berço da ciência aeronáutica. **Imprensa Naval**, Rio de Janeiro, 1924.

VISONI, R.M.; CANALLE, J.B.G. O Sistema de navegação aérea de Júlio Cesar Ribeiro de Souza. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 2, 2601, 2010.

A MECÂNICA CELESTE E A VISÃO PÓS-NEWTONIANA: O SISTEMA SOLAR SEGUNDO KANT E LAPLACE

Tery Gabriel Viegas Ramos
Reginaldo de Oliveria Corrêa Junior
Rodrigo Pinheiro Vaz

Considerações iniciais

O interesse e a curiosidade a respeito dos fenômenos celestes remontam aos primórdios da humanidade, o que explica a Astronomia ser uma das Ciências mais antigas, assim, perpassamos pela trajetória de como a humanidade foi utilizando a observação da natureza para seu benefício. Segundo Bochetti e Sevin (1979), as civilizações da Antiguidade Clássica, como os Babilônios, Egípcios e Gregos, tinham a necessidade de descrever (e prever) os movimentos dos astros, visando principalmente à elaboração de calendários, com intuito de poder utilizar esse conhecimento na agricultura e determinar o período de chuvas e secas.

O ápice do conhecimento astronômico grego ocorreu com a publicação do *Almagesto* (do árabe, “o grande livro”) de Claudius Ptolomeu (cerca de 100 d.C.), que foi a referência na área por cerca de 1500 anos. Nesta obra, é desenvolvido o método dos epiciclos, no qual o movimento, tendo a Terra como o centro (modelo geocêntrico), é descrito através da composição do movimento circulares uniformes.

No contexto da Idade Moderna, outras ideias divergiram da explicação para ordenar o sistema solar, como a Mecânica newtoniana, que propôs uma explicação satisfatória de fenômenos terrestres e celestes no livro *Principia Mathematica da Filosofia Naturalis*, em que são formuladas as Leis do Movimento e a Lei da Gravitação Universal. O trabalho de Newton é a culminância de intensa investigação científica e de pensamentos filosóficos nos duzentos anos precedentes.

Para a descrição do sistema solar, houve várias tentativas de predizer sua origem e configuração atual, dentre estas explicações se destacam os modelos de Immanuel Kant, na obra *História Geral da Natureza e Teoria do Céu*, e Simon Laplace, no livro *Tratado da Mecânica Celeste*. Eles buscaram explicar os fenômenos a partir das leis de Newton e pelas observações astronômicas que se tinham da época.

Ao investigar esta construção histórica, apresentamos a formação do sistema solar segundo o pensamento de Kant e Laplace, e a descrição proposta para o sistema solar perpassa por alguns pensadores que antecederam estes ou até seus contemporâneos.

Considerações sobre a história do sistema solar

Quando se tratará da descrição do sistema solar, comumente nos remetemos à ideia proposta por Nicolau Copérnico (1473-1543), que expõe na sua obra *De revolutionibus orbium coelestium*⁷ o modelo Heliocêntrico⁸, uma visão alternativa da visão de Aristóteles e de Claudius Ptolomeu, modelo Geocêntrico⁹. Na teoria copernicana, a Terra gira em torno do Sol, o que foi ratificado pelas observações de Tycho Brahe (1546-1601) e implementadas mais tarde por seu discípulo, Johannes Kepler (1571-1630), que reformulou o modelo de Copérnico e chegou a uma descrição mais realista do sistema solar.

Posteriormente, Galileu Galilei (1564-1642) melhorou o telescópio refrator e, com uso deste, descobriu as manchas solares, as montanhas da Lua, as fases de Vênus, quatro satélites de Júpiter, e estrelas da Via Láctea. Estas descobertas contribuíram para a defesa do heliocentrismo. E finalmente, Isaac Newton, que se tornou um divisor de águas, ao publicar a obra *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*, que nas palavras de Rocha et al; (2002 constitui a primeira grande exposição e a mais completa sistematização da Física Clássica, sintetizando em uma única obra toda a Cinemática de Galileu e a Astronomia de Kepler.

Num contexto mais geral, estas contribuições foram de suma importância para explicar muitos dos fenômenos naturais, como “por que os corpos caem?” ou “como são as órbitas dos planetas?”, estas

⁷ Das revoluções das esferas celestes (1543).

⁸ Copérnico acreditava que a Terra era apenas mais um planeta que concluía uma órbita em torno de um sol fixo todo ano e que girava em torno de seu eixo fixo todo o dia.

⁹ Na Antiguidade era raro quem discordasse dessa visão; e entre os filósofos que defendiam esta teoria, o mais conhecido era Aristóteles. Foi o matemático e astrônomo grego de Alexandria Ptolomeu (90-168 d.C.) que, na sua obra “Almagesto”, deu a forma final a esta teoria, que se baseia na hipótese de que o planeta Terra estaria fixo no centro do Universo com os corpos celestes, inclusive o Sol, girando ao seu redor.

perguntas abrem espaço para outras, com as quais se passa a especular a origem desses fenômenos, como o surgimento do nosso sistema solar.

O primeiro modelo é proposto por René Descartes (159-1650), baseado em turbulências, que acreditava que o nosso universo é cheio de éter e matéria, além de vórtices de todos os tamanhos, esses vórtices “transportariam” a matéria, e quando os planetas estivessem formados, ela faria com que eles adquirissem o movimento de rotação deste fluido (ROCHA et al., 2002). Descartes atribui a rotação dos vórtices a um sopro divino, este se baseia na seguinte ideia.

É da existência de Deus que provém a força das ideias claras e distintas, Deus esse que, sendo bom e perfeito, não permitiria que o homem se enganasse acerca das ideias. Se temos ideias das coisas exteriores e de que nos chegam por meio dos sentidos é porque tanto nosso corpo quanto essas coisas existem, tendo sido criadas por Deus. (ANDERY et al., 2004, p. 201)

A ideia de Descartes baseadas no inatismo¹⁰ se perpetuou na sua visão do cosmos para o modelo dos Vórtices e sistema solar. Um século depois, outra proposição tentou explicar os mecanismos para o surgimento do sistema solar, proposta por Georges Louis Buffon (1707-1788), a qual foi denominada de Teoria da Força da Maré. Esta sugere que o sistema solar surgiu de uma ejeção de matéria do sol, causada por uma colisão com um cometa. Esta teoria sofreu várias críticas, principalmente, pelo desconhecimento da composição química dos cometas e que a escala de tamanho do sol em comparação aos demais planetas era demasiadamente grande.

Outra tentativa foi uma hipótese *ad hoc*, que consistia em substituir o cometa pelo choque entre o sol e uma estrela, e que os planetas se formaram do material condensado perdido pelo sol, que segundo esta

¹⁰ “[...] quando começo a descobri-las, não me parece aprender nada de novo, mas recordar o que já sabia. Quero dizer: apercebo-me de coisas que estavam já no meu espírito, ainda que não tivesse pensado nelas. E, o que é mais notável, é que eu encontro em mim uma infinidade de ideias de certas coisas que não podem ser consideradas um puro nada. Ainda que não tenham talvez existência fora do meu pensamento elas não são inventadas por mim. Embora tenha liberdade de as pensar ou não, elas têm uma natureza verdadeira e imutável.” (DESCARTES, 1641, p. 97-99).

hipótese, no momento de encontro um filamento do sol seria arrancada e passou a circundá-lo com momento angular alto.

Teoria Nebular Antiga segundo Immanuel Kant

A influência de Immanuel Kant (1724-1804) na Filosofia Moderna teve muitas contribuições, obteve êxito no campo que hoje chamamos de Ciências Exatas, criando um modelo cosmológico que, até os presentes dias, é aceito, em parte, como verdadeiro. Nascido em Koenigsberg, era descendente de uma família de escoceses e seu nome tinha a grafia original inglesa Cant, que o filósofo posteriormente germanizou para Kant. Descendente de uma família de protestantes pietista (segmento dos mais conservadores do protestantismo), posteriormente, motivou a criticar o pietismo radical no que tangia à ortodoxia religiosa que contrariava a razão. Algo que acaba sendo uma grande coincidência que une os pensadores de sua época: “foram educados nos rigores das religiões de seus antepassados, combatendo-as fervorosamente na idade adulta. Descartes foi educado por jesuítas, Newton por anglicanos, Bacon por escolásticos, Spinoza por rabinos e Kant por pietistas” (ROCHA et al., 2002, p. 89).

Em sua obra intitulada *Histoire Générale de la Nature et Théorie du Ciel*¹¹ (1755), Kant inicialmente descreveu os fatos astronômicos conhecidos baseando-se inteiramente nas descobertas de Newton, criou um modelo cosmológico compatível com as três Leis do Movimento (Lei da Inércia, Lei fundamental da dinâmica e Lei da ação e reação) e com a Lei da Gravitação. Este chama a atenção para a existência de “luas” em torno dos maiores planetas conhecidos (Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno) e o fato deles se moverem quase em um só plano.

É apresentado de forma “incompleta” sua cosmologia pré-crítica, os princípios basilares em sua obra *História Geral da Natureza e Teoria do Céu* (KANT, 1755) – trabalho científico-literário que não obteve notoriedade: “[...] suffisamment [...] toute l’attention qu’elle mérite et figure comme une grande oubliée de l’histoire”¹² (SEIDENGART, 1984, p. 9 apud VITTE; RIBAS, 2012, p. 4). Kant, nessa obra, dedicou-se à investigação do limite físico das leis físicas newtonianas e, por efeito, da possibilidade de

¹¹História Geral da Natureza e Teoria do céu.

¹² “[...] basta [...] toda a atenção que merece e é uma grande parte esquecida da história”.

generalização a todo universo da única experimentação local. Ao iniciar seu livro, ele deixa claro que existia certa dificuldade em explicar a formação do universo, visto que existia o risco de iniciar uma discórdia com as instituições religiosas: “J’ai choisi un sujet qui, tant par sa difficulté intrinsèque qu’en ce qui concerne la religion, peut dès l’abord prévenir défavorablement une grand partie des lecteurs”¹³ (KANT, 1984, p. 65).

Atrelado a causalidade mecânica com a teleologia monológica¹⁴, que “[...] Dieu a mis dans les forces de la nature un art secret qui lui permette de se former d’elle-même à partir du chaos en une parfaite constitution du monde [...]”¹⁵ (KANT, 1984, p. 72), quer dizer, que uma ideia inerente a um “ser supremo” que criou os mecanismos da natureza e sucessivamente estes foram sendo desencadeados e formando os demais fenômenos.

Assim, o universo “[...] se présente comme un amas indéfini de particules, à l’intérieur duquel un champ local et ‘réel’ de forces détermine un ‘lieu’ physique, en conférant à un nombre toujours croissant de ces particules un arrangement ordonné”¹⁶ (KERSZBERG, 1984, p. 221 apud VITTE ; RIBAS, 2012, p. 7). Logo, Deus criou o sistema solar a partir de uma massa gasosa, sem qualquer forma, e então as leis da natureza se encarregariam da evolução sobre essa massa gasosa, nas quais estariam agindo duas forças que seriam a Lei da Atração Gravitacional, a Lei da Interação das Massas, inversamente ao quadrado da distância, e uma força de repulsão. Aglutinaria as moléculas em uma região atraindo mais matéria, e a força de repulsão é responsável pela expansão dos gases, o que provocaria colisões entre as partículas em difusão, fazendo com que estas adquirissem um movimento lateral de rotação em torno dos pontos mais densos: “[...]”

¹³“Escolhi um assunto que, devido à sua dificuldade intrínseca e à religião, pode em primeiro lugar impedir uma grande parte dos leitores”

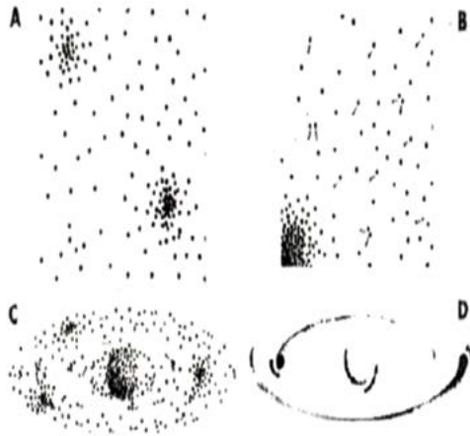
¹⁴Qualquer doutrina que identifica a presença de metas, fins ou objetivos últimos, guiando a natureza e a humanidade, considerando a finalidade como o princípio explicativo fundamental na organização e nas transformações de todos os seres da realidade; teleologismo, finalismo.

¹⁵“[...] Deus colocou nas forças da natureza uma arte secreta que lhe permite transformar-se do caos em uma constituição perfeita do mundo [...]”

¹⁶“[...] se apresenta como uma massa indefinida de partículas, dentro da qual um campo de forças local e ‘real’ determina um ‘lugar’ físico, conferindo a um número cada vez maior dessas partículas um arranjo ordenado”

permanence ‘substantielle’ [...] lorsqu’elle subit effectivement l’attraction gravitationnelle. C’est alors seulement qu’elle est un objet du monde organisé et, par suite, un objet pour la physique”, e sua “[...] façonnement est un rapport dynamique à d’autres particules qui sont dans le même état qu’elle; de là, la possibilité d’une constitution systématique et stable”¹⁷(KERSZBERG, 1984, p. 221 apud VITTE ; RIBAS, 2012, p. 7). Ao explicar que os pontos de maior densidade do disco aglutinariam maiores quantidades de matéria, por isso os planetas rochosos se encontram mais próximos e os planetas gasosos mais distantes. Isso explicaria a forma de disco ou de elipsóide, de grande parte das galáxias.

Figura 1 - A formação do sistema solar segundo Kant



Fonte: Origens e evoluções das ideias da Física.

Na Figura 1, vemos a descrição segundo Kant da formação do sistema solar; a partir de uma massa gasosa em (A), em (B) e (C), vemos também a descrição da Lei da Atração Gravitacional entre as partículas e a força de repulsão; e finalmente em (D), tem-se o resultado das colisões entre as partículas em difusão, fazendo com que estas adquirissem movimento lateral de rotação em torno dos pontos mais densos.

¹⁷ “[...] permanência ‘substantial’ [...] quando realmente sofre atração gravitacional. Só então é que ele é um objeto do mundo organizado e, conseqüentemente, um objeto da física” (KERSZBERG, 1984: 221). E sua formação [...] é uma relação dinâmica com outras partículas que estão no mesmo estado que ela; daí a possibilidade de uma constituição sistemática e estável”.

Figura 2 - A Galáxia do Sombreiro - NGC 4594



Fonte: NASA/IPAC Extragalactic Database». Results for M104.
Consultado em 28 de novembro de 2019.

Figura 3 - A Galáxia de Andromeda - NGC224



Fonte: NASA/IPAC Extragalactic Database. Results for NGC224.
Consultado em 28 de novembro de 2019.

Nas Figuras 2 e 3, vemos respectivamente a Galáxia do Sombrero e a Galáxia de Andromeda, observadas pelo telescópio Hubble. Observa-se que estas galáxias apresentam a forma com que Kant imaginou em seu modelo para o sistema solar, portanto, seu tratado não exclui a possibilidade da formação de outros sistemas estelares (ou nesse caso as galáxias) se formarem igualmente ao nosso. Posteriormente, Kant discute as estrelas. Ele admite que são corpos muito distantes semelhantes ao sol e que poderia haver planetas a sua volta. Conforme Martins (1994), Kant defende o conceito novo de que, ao invés de admitir que as estrelas estão espalhadas ao acaso, as estrelas estão agrupadas e formam sistemas semelhantes a um gigantesco sistema solar.

Ao apresentar essas hipóteses a respeito do sistema solar na perspectiva, segundo Rocha et al. (2002), Kant critica a teoria dos vórtices (turbilhões) de Descartes, considerada o modelo mais aceito até o século XVII. Uma das hipóteses de Kant para refutar as ideias de Descartes foi usar proposições baseadas numa relação que Newton mostrou, em que um fluido girando em um turbilhão o fazem em período proporcional ao raio de rotação elevado ao quadrado ($T = k.r^2$), mesmo que houvesse um fluido capaz de escoar de tal modo que os planetas fossem “arrastados”, cujo o período obedece a Lei de Kepler ($T^2 = k.r^3$), logo, a Teoria dos Vórtices de Descartes entra em desacordo com as Leis de Kepler.

Teoria Nebular Antiga segundo Pierre S. Laplace

Pierre Simon Laplace nasceu em 1749. Dos sete aos dezesseis anos, frequentou os seminários beneditinos, estudando Teologia a partir dos dezesseis. Aos dezenove, sob influência de D’Alembert, foi indicado a ocupar a cadeira de matemática da Escola Militar de Paris. Durante os anos da Revolução Francesa, Laplace ajudou a criar, juntamente com Lagrange e Lavoisier, o sistema métrico decimal (ROCHA et al., 2002).

Suas publicações entre 1772 e 1780 desenvolvem uma das suas ideias mais notáveis, a saber, a hipótese Nebular, na obra *Exposition du système du monde*, de 1796, concluindo a sua obra do sistema solar no igualmente famoso *Traité de Mécanique Céleste*, que é exposta em 5 volumes ao longo de 26 anos entre 1796 e 1825.

Sua tendência a utilizar a matemática como instrumento de pesquisa empírica, não como ciência abstrata, se mostra na área da matemática em que Laplace trabalhou com Teoria das probabilidades e das equações diferenciais, criando a função potencial e o famoso operador diferencial que leva seu nome¹⁸. Sobre isto, Laplace começou no Tratado de Mecânica Celeste, no qual pretendia completar a teoria de Newton e estendê-la a todos os fenômenos do sistema solar.

Ao descrever os métodos de cálculo dos movimentos de translação e de rotação dos astros, trajetória elíptica sobre o movimento dos astros e sobre o fenômeno das marés, paralelamente, comentou sobre a precessão dos equinócios, da libração da Lua¹⁹, da rotação dos anéis de Saturno e das anomalias de movimentos dos planetas. A hipótese de Laplace se baseava nas ideias da mecânica de Newton e do filósofo Kant para construir seu modelo, seus propósitos filosóficos se limitaram apenas a explicação do surgimento do sistema solar. Segundo Laplace, o espaço em que se encontra, atualmente, o sistema solar teria existido uma nebulosa formada de partículas de matéria em movimento, segundo os princípios da gravitação universal (ROCHA et al., 2002).

No centro dessa nebulosa teria havido um núcleo muito condensado, de temperatura elevada e girando em torno do seu eixo com uma velocidade grande. Quando a força centrífuga²⁰ das partes externas tivesse conseguido ultrapassar a força de atração do núcleo central, os anéis teriam progressivamente separado e, em consequência da contração da matéria, teriam formados os planetas. Os satélites teriam nascido da mesma maneira, e o Sol seria de fato o núcleo central. Esta hipótese não é original, ideias semelhantes foram propostas por Descartes, Sverderborg, Buffon e Kant.

¹⁸ Laplaciano em função de $F(x,y,z)$; $F(x,y,z) = \frac{\partial^2 F}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 F}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 F}{\partial z^2}$

¹⁹ Libração é um balanceio da Lua, que a leva a mostrar para um observador na Terra partes de sua superfície que, sem a libração, fariam parte de seu lado oculto. Notadamente, o nome refere-se ao balanceio da Lua em relação à Terra, que lhe permite mostrar à Terra mais que um hemisfério.

²⁰ Imagine-se girando num carrossel. Você tem a sensação de que está sendo atirado para fora. Essa sensação que o faz sentir-se compelido para fora, para fugir do centro, é o resultado da força centrífuga. A força centrífuga surge sempre que nos movimentamos fazendo curvas (ao longo de trajetórias não-retilíneas).

Laplace leva em consideração dois fatos importantes: todos os planetas conhecidos em sua época (Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter e Saturno), assim como os satélites giram no mesmo sentido e quase no mesmo plano. Sendo assim, imaginou como uma nuvem de alta temperatura que girava lentamente e, à medida que a nuvem fosse se contraindo, por ação da gravidade a velocidade de rotação de sua parte mais externa, iria aumentando como consequência da conservação do momento angular²¹. Em um determinado período, a faixa mais externa da nuvem adquiriria uma velocidade angular suficiente para se desprender do restante da nuvem, orbitando como os anéis de Saturno em torno do sol e, sucessivamente, vários anéis concêntricos iriam se formando. Em seguida, os anéis poderiam se partir e os blocos maiores iriam “capturando” a massa dispersa dos anéis, criando-se assim os planetas. Na Figura 4 abaixo, é apresentada a evolução do sistema solar na perspectiva de Laplace, na parte superior se observa a nebulosa em seu estado primordial com alta temperatura, na parte inferior, vemos a formação do sistema solar segundo os processos descritos acima.

Segundo Laplace, a nuvem gasosa já está em lenta rotação quando começa a se contrair, enquanto para o filósofo alemão, são as forças de repulsão e as colisões entre as partes da nuvem que a fazem entrar em rotação.

Figura 4 - A formação do sistema solar segundo Laplace



Fonte: Origens e evoluções das ideias da Física.

²¹Momento angular (também chamado de momentum angular ou quantidade de movimento angular) de um corpo é uma grandeza física associada à rotação desse corpo.

Considerações finais

Essas discussões permitem construir nosso conhecimento a respeito do sistema solar e – que apesar de alguns desses modelos apresentados mostrar inconsistências, que quase não são plausíveis – denotam, para a Astronomia e para as Ciências de uma forma geral, que o conhecimento é construído por vários pensadores no decorrer do tempo não é linear, ou seja, às vezes passa por diversas mudanças até chegar em um consenso científico, além de aspectos sociais e religiosos que podem influenciar os cientistas nas suas pesquisas.

Ao abordar o contexto histórico para o surgimento do sistema solar e resgatar algumas discussões sobre como o ser humano entendia o universo ao seu redor, tem-se a necessidade de se preocupar com um método de explicar os fenômenos usando a lógica e a observação, conseguindo construir os conhecimentos e assim difundindo tais ideias. Essa perspectiva a respeito do sistema solar, na ideia de Kant e Laplace, acaba não sendo difundida apesar de carregar seu valor científico e histórico na construção do conhecimento de astronomia, tornando-se desconhecido do público. Assim, ao trazer esta discussão, pretendíamos instigar no leitor uma atitude mais curiosa e interessante sobre o sistema solar.

Referências

ANDERY, M.A. et al. **Para compreender a Ciência**. Rio de Janeiro: Geramond; São Paulo: EDUC, 2004.

DESCARTES, R. **Méditations Métaphysiques**, 1641.

BOCHETTI, C.M.; SEVIN, M.A. **Os segredos da astronomia** – o céu e a Terra. Editora Fermi, 1979.

KANT, I. **Histoire Générale de la Nature et Théorie du Ciel**. Paris: Librairie Philosophique J. Vrin, 1984. p. 61-203.

GALÁXIAS. Disponível em: http://ned.ipac.caltech.edu/cgi-bin/nphobjsearch?objname=M104&extend=no&out_csys=Equatorial&out_equinox=J2000.0&obj_sort=RA+or+Longitude&of=pre_text&zv_breaker=30000.0&list_limit=5&img_stamp=YES. Acesso em: 28 nov. 2019

LAPLACE, P.S. **Traité de Mécanique Celeste**. 1802.

MARTINS, R.A. Ciência versus Historiografia: os diferentes níveis discursivos nas obras sobre história da ciência. *In*: ALFONSO-GOLDFARB, A.M.; BELTRAN, M.H.R.). **Escrevendo a História da Ciência: tendências**, propostas e discussões historiográficas. São Paulo: EDUC / Livraria de Física / FAPESP, 2005. p. 115-145

ROCHA, J.F. et al. **Origens e evoluções das ideias da Física**. Salvador: EDUFBA, 2002.

VITTE, A.C.; RIBAS, A.D. “A História geral da natureza e teoria do céu” de Immanuel Kant: Sua imagem de cosmos e seu clamor por uma Geografia Física. **Rev. Tamoios**, v. 8, n. 2, p. 2-14, jul.-dez. 2012.

O CONTEXTO HISTÓRICO DA SUPERCONDUTIVIDADE PARA O ENSINO DE FÍSICA

Fábio André Pena Mourão

Nilton Junior Sousa Lima

Reginaldo de Oliveira Corrêa Junior

Considerações iniciais

Com o avanço das tecnologias, constata-se que a humanidade vem evoluindo a cada dia nas áreas do conhecimento, porém, quando se trata da educação, é perceptível um ritmo lento mais de sua evolução. Segundo Pereira, Fusinato e Neves (2009), um dos principais fatores que contribuem para esse cenário é a falta de contextualização do conteúdo com o dia-a-dia do aluno, pois, ainda se prioriza métodos tradicionais de ensino, como quadro e pincel.

Vale ressaltar que, quando se trata da disciplina de Física, o cenário descrito acima se tornar mais evidente, pois uma boa parte dos alunos tem uma aversão aos seus conteúdos. Os professores com a finalidade de melhorar esta situação buscam sempre inovar seus métodos para ministrar aula (PEREIRA; FUSINATO; NEVES, 2009), principalmente, no que concerne ao conteúdo de Física Moderna e Contemporânea (FMC). Conforme Domingui (2012), muitos professores evitam ministrar esse tópico, pois esses assuntos apresentam cálculos complexos e acabam afastando o conteúdo da realidade dos educandos.

Além disso, ao analisar alguns livros didáticos usados no último ano do ensino médio, observa-se que há um enfoque maior nos conteúdos de Termodinâmica e Eletromagnetismo, isso mostra a pouca importância aos conteúdos de FMC, tais como, caixas de texto ou apenas algumas citações curtas e rápidas de cientistas do século XX, como, por exemplo, Albert Einstein e Max Planck (DOMINGUI, 2012).

Considerando os problemas apresentados anteriormente, pode-se ressaltar ainda mais a importância de se ministrar o conteúdo de FMC, pois, geralmente, é até o último ano do Ensino Médio que os alunos têm contato com assuntos relacionados à Física, seguindo outras áreas de estudos diferentes das exatas, acabam não tendo mais nenhum

contato ou curiosidade pelo conteúdo. Logo, este trabalho procura instigar e despertar o interesse dos alunos pela FMC, por meio de uma abordagem histórica sobre as descobertas de Heike Kamerlingh Onnes, contextualizando e relacionando os conteúdos de Termodinâmica e Eletromagnetismo.

Ademais, o presente estudo busca demonstrar, através da história de Onnes, uma maneira de se trabalhar o conteúdo de FMC de maneira lúdica e dinâmica, sem a necessidade da utilização de cálculos complexos.

Abordagem histórica

Heike Kamerlingh Onnes nasceu em 1853, na cidade de Groningen, na Holanda, sendo filho de Harm Kamerlingh Onnes e Anna Gerdina Coers. Na sua cidade natal cursou seu ensino básico na escola Hoogere Burgerschool, cujo diretor era o professor de química Van Bemmelen. No entanto, a escola em que frequentou não oferecia o ensino de línguas clássicas, como o latim e o grego, tendo que fazer, em seguida, um supletivo dessas matérias.

A priori, isto não foi um empecilho para H.K. Onnes, pois em 1870, com 17 anos de idade, ingressou na universidade de Groningen no curso de Ciências, obtendo o grau de “Candidaats”, sendo equivalente a um Bacharel em Ciência. Com o passar do tempo, Onnes demonstrava academicamente grandes habilidades notáveis em resolver problemas científicos e, em 1871, venceu uma competição de Ciências promovida pela Universidade de Utrecht, ganhando a medalha de ouro. Além de ser um exímio cientista, foi orientando de Robert Bunsen e Gustav Kirchhoff pelo período de 1871 até abril 1873, na Universidade de Heidelberg.

Cabe salientar que Bunsen e Kirchhoff foram pioneiros no estudo da Espectroscopia e criaram espectrômetro, equipamento usado para analisar a luz de um determinado elemento químico, quando submetido a uma determinada temperatura fornecida pelo bico de Bunsen. Isso os levou a descoberta dos elementos químicos Césio e Rubídio. Além de ser pioneiro na área da espectroscopia, Kirchhoff foi o primeiro a estudar a corrente elétrica fluindo próximo a velocidade da luz.

Após sua estadia em Heidelberg, Onnes regressou para a sua cidade natal Groningen, para defender sua tese de “doctoraal” (equivalente ao Mestrado em Ciências), em 1878, com o nome de *Nieuwe bewijzen voor de aarde der aswenteling* (Novas evidências da rotação da Terra).

Figura 1 - Capa da tese de “doctoraal” de Onnes



Fonte: Onnes (1879).

Mas somente em 1881 podemos ver as primeiras publicações de Onnes sobre as propriedades da Termodinâmica, com a publicação de um documento a respeito da Teoria Geral dos Líquidos, desenvolvida por seu compatriota J. D. Van der Waals. Nota-se o início de Onnes em suas investigações sobre as propriedades da matéria a baixas temperaturas. Além disso, ele teve a influência de H. A. Lorentz, sendo suas pesquisas voltadas para o estudo do Eletromagnetismo. Posteriormente, no final do século XIX, foi nomeado para assumir a cadeira de Física da Universidade Leiden, tornando-se responsável pelo laboratório, o qual pouco tempo depois recebeu seu nome e se tornou referência no mundo em pesquisa de Criogenia.

Até o final do século XIX, pode-se perceber a forte influência que Onnes recebeu de seus compatriotas e de seus mentores durante a faculdade, sobretudo, nos ramos do Eletromagnetismo e Termodinâmica. Mais tarde, esses assuntos estarão presentes na descrição do fenômeno que ocorre em escala microscópico e se manifesta em uma escala macroscópica.

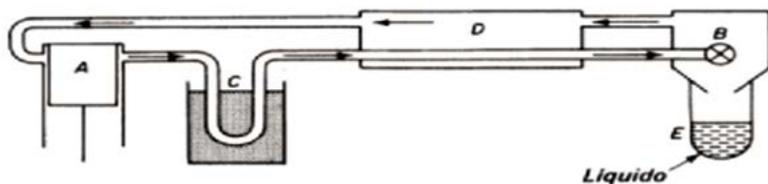
Desse modo, em 1908, Onnes usou uma técnica experimental de resfriamento para fazer liquefação do Hélio. A partir disso, em 1911, ele usou esse processo em amostra de Mercúrio, verificando que a resistividade do Mercúrio diminui à medida que reduz a temperatura. Logo, quando alcança um determinado valor de temperatura, abruptamente a resistividade é praticamente nula. Diante disso, esse fenômeno ficou conhecido como Supercondutividade, no qual a amostra apresenta a capacidade de conduzir eletricidade sem perda de energia.

Contribuições

Liquefação do Hélio

H. K. Onnes deixou dois grandes legados para a comunidade científica, o primeiro deles foi a liquefação do Hélio, sendo consequência dos seus estudos com Criogenia em Leiden, em 1908. Para conseguir tal efeito, aplicou-se o princípio do processo de Linde, que é um aprimoramento do processo de Joule-Thomson, que fazia a compressão e a expansão do gás até resfriá-lo (AZAMBUJA, 2017). Assim, ele obteve sucesso usando o método de Linde, resfriando o Hélio, submetendo-o a sucessivos ciclos de resfriamento (COSTA; ANTÔNIO, 2012).

Figura 2 - Processo de Linde



Fonte: Moore (2015).

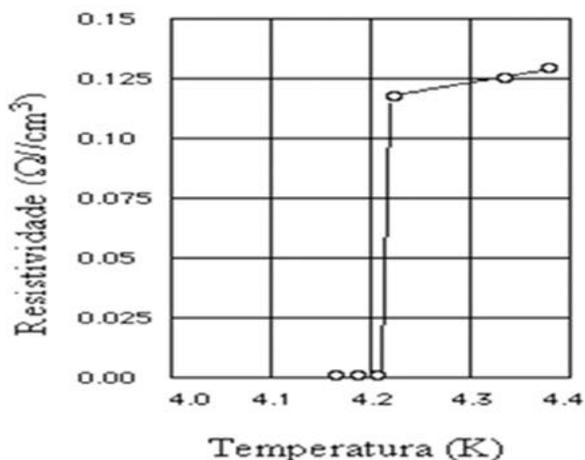
Na Figura 2, observa-se a compressão do gás em **A**, passando por um resfriamento em **C**, e então passa por uma válvula de expansão em

B, na qual o gás já começa a adquirir forma líquida, em seguida, se deposita em **E**. No entanto, antes de retornar para **A**, o líquido passa por **D**, que também ajuda resfriá-lo (MOORE, 1976). Para que processo funcione, é necessário que o gás se torne líquido e deve-se submeter a diversas vezes a este processo, como se fosse uma “cascata” de resfriamento (OSTERMANN; MOREIRA, 2016). Logo, obtêm-se temperaturas muito baixas.

Supercondutividade

Após ter realizado a liquefação do Hélio, Onnes passou a estudar o comportamento da resistividade dos materiais no regime a baixas temperaturas. Ao fazer o experimento com amostra de Mercúrio, observou-se que o gráfico da resistividade em função da temperatura apresenta uma queda abrupta em torno de 4,2 K (-268,95 °C), sendo a temperatura crítica (T_c) na qual ocorre a transição de fase de estado condutor para um estado superconductor. A fim de ilustrar, a Figura 3 mostra o comportamento gráfico do fenômeno da supercondutividade.

Figura 3 - Gráfico da supercondutividade da amostra de mercúrio



Fonte: : http://wwwp.fc.unesp.br/~rafael/historico_supercondutividade.htm

Ademais, Onnes submeteu diferentes materiais a baixas temperaturas, usando o seu processo de resfriamento, para sua surpresa, alguns

destes apresentavam uma resistividade residual, o que era chamado de impureza (COSTA; PAVÃO, 2012). Portanto, optou-se por trabalhar com Mercúrio, além de ser um metal líquido a temperatura ambiente, apresentava um grau de pureza elevado.

Em 1913, H. K. Onnes foi laureado com o prêmio Nobel de Física, devido à descoberta do fenômeno da Supercondutividade no Mercúrio. Outros materiais, tais como Nióbio, ligas de Vanádio, ligas de Nióbio-Germânico etc., apresentam propriedades supercondutoras, no entanto, com valores de temperatura críticas (T_c) maiores a 4,2 K. Nota-se que essas amostras são todas de natureza metálicas, ou seja, bons condutores de eletricidade, levando a acreditar que a supercondutividade só ocorre em metais.

A explicação desse fenômeno ocorreu, em 1957, por J. Bardeen, L. Cooper e J. Schrieffer, que desenvolveram uma teoria microscópica para descrever a supercondutividade. Isso trata da interação entre dois elétrons, sendo mediada por um fônon (vibração da estrutura cristalina). Essa força torna-se atrativa quando a diferença de energia entre os dois elétrons é menor que a energia do fônon, o que ocasiona a formação dos pares de Cooper, pares de elétrons com spin e momentum opostos. Esse mecanismo ficou conhecido como teoria BCS.

Essa teoria apresentou uma boa concordância com os resultados experimentais, porém, em 1986, foi descoberta uma nova classe de materiais supercondutores, para os quais a teoria BCS não é válida, já que são supercondutores não-convencionais. Já Bednorz e Müller anunciaram a descoberta do fenômeno da Supercondutividade em composto formado por Lantânio, Bário, Cobre e Oxigênio (LBCO), com temperatura crítica de 30K (-243,15 °C) (BEDNORZ; MÜLLER, 1986). Em sua estrutura cristalina, apresenta planos quadrados formados por átomos de Cobre e Oxigênio, por exemplo. Atualmente, acredita-se que a explicação da Supercondutividade nesse material ocorre nesses planos. A partir da descoberta do LBCO, outros materiais tais como LSCO (lantânio, Estrôncio, Cobre e Oxigênio) e YBCO (Ítrio, Bário, Cobre e Oxigênio) apresentavam valores superiores a 30K, ficando então conhecido como supercondutores de altas temperaturas críticas. Esse ramo de pesquisa desperta muito interesse na comunidade científica,

pois ainda não há um consenso sobre a explicação microscópica da supercondutividade desses compostos.

Desdobramento no ensino de Física

No ensino de Física, o assunto sobre a teoria da Supercondutividade pode ser explorado em dois conteúdos, tais como, a Termodinâmica e o Eletromagnetismo. Isso torna-se a base para termos uma melhor compreensão do fenômeno e sua aplicabilidade.

A fim de iniciar a explanação sobre o fenômeno em questão, pode-se fazer uma breve revisão sobre o conteúdo de Termodinâmica, pois, nesse assunto, visto por estudantes do segundo ano do Ensino Médio, é possível abordar temas como a dilatação térmica, a primeira e a segunda Lei da Termodinâmica (HALLIDAY; RESNICK, 2016), portanto, fornecendo aos alunos subsídios básicos e necessários para ter a compreensão sobre a estrutura da matéria.

Além disso, o conteúdo de Eletromagnetismo, estudado no terceiro ano do ensino Médio, já propicia ao aluno os conhecimentos prévios sobre campo magnético, primeira e a segunda Leis de Ohm, entre outros, com o objetivo de entender o fenômeno da supercondutividade e alguns efeitos presentes nesses materiais, por exemplo, o efeito Meissner, a expulsão das linhas de campo magnético em seu interior.

Aplicação da Supercondutividade

Baseado no que foi exposto anteriormente, uma contextualização pode ser feita de forma adequada acerca do fenômeno da Supercondutividade. Pode-se destacar dois exemplos: o “Trem bala” ou *Maglev* e o LHC (*Large Hadron Collider*). O primeiro é um meio de transporte baseado em levitação magnética. Esse tipo de tecnologia é muito comum em alguns países da Ásia, pois esses trens podem atingir velocidades de, aproximadamente, 600 Km/h. No caso do Brasil, existe um protótipo de *Maglev*, batizado de “Cobra”, que está instalado na Universidade Federal do Rio de Janeiro, porém não alcança velocidade elevada. O funcionamento desses trens se dá por meio do fenômeno da supercondutividade, em que os trilhos são formados por algum material supercondutor enquanto a base dos trens é de ímãs. Quando um ímã se

aproxima de um material supercondutor, ele flutua devido à expulsão do campo magnético no interior do supercondutor, provocando assim uma força magnética contrária à força peso, de tal modo que elas se igualam, portanto, ocorrendo a levitação.

Figura 4 - MagLev Cobra



Fonte: <https://diariodotransporte.com.br/2018/08/25/trem-da-coppe-ufrj-que-flutua-sobre-trilhos-esta-aberto-ao-publico-para-testes/amp/>

Outro exemplo é o Colisor de partículas LHC (*Large Hadron Collider*), no qual os cientistas tentam recriar condições similares as que existiam logo após o *Big Bang*. Para que ocorra tal feito, fazem o uso de supercondutores para acelerar as partículas (Figura 5), assim chegando a resultados e descobertas incríveis.

Figure 5 - LHC



Fonte: Maximilien Brice/CERN (2017).

Considerações finais

Portanto, através deste trabalho tenta-se mostrar que é possível fazer da História da Ciência como recurso potencializador na aprendizagem dos alunos, deixando as aulas mais dinâmicas, ilustrativas e interativas, sobretudo, apresentando as dificuldades e os processos que os cientistas tiveram que fazer para alcançar o sucesso, servindo de inspiração para futuros cientistas.

Logo, pelos expostos acima, vemos que é possível ministrar uma aula de Física Moderna e Contemporânea através da explicação do fenômeno da Supercondutividade, relacionando Eletromagnetismo e Termodinâmica, sem a necessidade do uso de uma matemática complexa, como é visto no Ensino Superior, dando subsídios aos alunos para que estes, quando saírem das escolas, tenham a capacidade de identificar e reconhecer os fenômenos físicos que ocorrem no seu cotidiano.

Referências

AZAMBUJA, C.M. Modelagem, simulação e análise de eficiência de uma planta de separação de ar. 39f. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Química) - Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017).

BEDNORZ, J.G.; MÜLLER, K.A. Possible high- T_c superconducting in the Ba-La-Cu-O system. **Zeitschrift für Physik B Condensed Matter**, v. 64, p. 189-193, 1986.

BARDEEN, J.; COOPER, L.N.; SCHRIEFFER, J R. Theory of superconductivity. **Phys. Rev.**, v. 108, n. 5, p. 1175-1204, (1957).

COSTA, M.B.S.; PAVÃO, A.C. Supercondutividade: um século de desafios e superação. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 2, p. 2602-15, 2012.

DOMINGUINI, L. Física Moderna no Ensino Médio: com a palavra os autores dos livros didáticos do PNLEM. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 2, p. 1-7, 2012.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, JEARL. **Fundamentos da Física**. Vol. 2, 2016.

MOORE, J. **Físico-química**. (v. 1) São Paulo: Editora Blucher, 1976.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M.A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. **Investigações em ensino de Ciências**, v. 5, n .1, p. 23-48, 2016.

PEREIRA, R.F.; FUSINATO, P.A.; Neves, M.C.D. Desenvolvendo um jogo de tabuleiro para o ensino de Física. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8. **Anais...** Florianópolis. 2009.

A METODOLOGIA DE ENSINO DE MARIE CURIE APLICADA NA FORMAÇÃO CIENTÍFICA DE JOVENS LICENCIANDOS EM QUÍMICA

Francisco Everdosa Tolosa

Josiel Costa Barbosa

Maria Dulcimar de Brito Silva

André Silva dos Reis

Considerações iniciais

Cada vez mais as práticas de ensino de Ciências vêm sendo questionadas no Brasil, devido a uma série de fatores, sobretudo, quando se leva em conta a forma como são abordados os conteúdos canônicos pelos docentes. Há excessiva valorização da educação burocrática, caracterizada pela relação bancária de ensino e aprendizagem, que envolve o professor e o aluno, isto é, o educador atua como reproduzidor de conteúdos, enquanto o educando é um mero expectador/receptor de informações.

Essa maneira de conduzir o processo educativo acaba por perpetuar percepções equivocadas sobre como os conhecimentos científicos são desenvolvidos. O ensino realizado assim dificilmente dará abertura ao raciocínio e ao questionamento. Desse modo, a compreensão conceitual de um dado fenômeno deixa de ter amplitude e passa a ser entendida como uma mera definição, que será “aprendida” pelo simplificado método da memorização, desconsiderando a convergência dos aspectos conceituais, procedimentais e atudiniais. Diante disso, Chassot (2003) enfatiza a necessidade de os professores deixarem de ser informadores e se colocarem como formadores.

Em face disso, autores como Bassalo (1992) e Oki e Moradillo (2008) defendem que uma das formas que pode ajudar na necessária renovação do ensino de ciências é a utilização de uma abordagem histórico-cultural, a qual permite ao aluno conhecer o caráter humano do cientista, além de romper com a visão simplista de Ciência presente nos livros didáticos distribuídos no Brasil, em que a evolução do conhecimento não é questionável e segue uma cronologia racional e previsível.

A História da Ciência, se trabalhada adequadamente, pode provocar nos educandos uma série de hiatos que, provavelmente, os levará a uma aventura cognitiva.

Outro ponto que pode ser considerado é o ensino por investigação, através da experimentação, que “constitui um recurso pedagógico importante que pode auxiliar na construção de conceitos” (FERREIRA, HARTWIG; OLIVEIRA, 2010, p. 101). É válido salientar que a atividade experimental deve ser simples e bem planejada, no intuito de não tornar o evento em um procedimento que induza a concepções equivocadas da atividade científica. Visa, dessa feita, estimular a capacidade de investigar, manipular e comunicar aquilo que vem a ser observado.

Nesse sentido, cabe ressaltar que há duas questões centrais no que tange ao papel da experimentação no ensino de Ciências no currículo educacional. O primeiro é a devida discriminação sobre a natureza e os objetivos da experimentação, como maneira contribuinte para a aprendizagem *sobre* ciências, fomentando, dessa forma, a preparação para o *fazer* ciência. Já o segundo caminha no sentido de evidenciar o papel da experimentação como método de ensino. Esta questão direciona a capacidade do docente em promover “diálogos” entre conceitos científicos, na busca de uma melhor compreensão da natureza da experimentação.

É necessário destacar a essência do papel do professor na proposta de atividade prática, desse modo, é imprescindível que entendam que muitos aspectos da ciência que eles ensinam não são susceptíveis a experimentação direta, por conta disso, é preciso que conheçam e reconheçam que muitos dos avanços teóricos existentes na Ciência se devem as formulações mentais, aliás, as experimentações mentais.

Assim, a abordagem experimental deve ser entendida pelo professor como uma forma de verificar como se estabelece a aprendizagem de um dado conceito ou conceitos, visto que é nos entremeios da investigação que surgem uma série de hiatos (MORI; CURVELO, 2017). Esses serão inicialmente debatidos no consciente dos alunos, os quais buscarão a interligação de ideias em uma teia mental. A produção final dessas especulações mentais só ocorrerá, se houver o mínimo de solidez.

Desse modo, a experimentação pode ser conduzida de duas maneiras: Ilustrativa e Investigativa. A ilustrativa é dedicada a discussão de conceitos anteriormente trabalhados, não se detém a problematização e muito menos ao debate das informações obtidas na atividade. Enquanto a experimentação investigativa volta-se para a compreensão conceitual por meio de processos, ou melhor, etapas de aprendizagem.

Nesse contexto, busca-se o entendimento de como ocorre a captação pelos alunos de cada detalhe relativo ao procedimento em execução. Assim, pode-se compreender como se desenvolve o pensamento científico. Não é a teoria sendo comprovada na prática, mas, o oposto, a “empíria” experimental fará com que surjam questões indagativas que permearão a mente do observador/executor da atividade, e este começará a formulação de experimentos mentais (hipóteses), que podem tomar concretude.

Esse modo de construção de entendimento no ensino de Ciências não segue ou não deve seguir o caminho da abordagem baseada em “receitas de bolo”, isto é, os famosos roteiros, por isso, ressalta-se que:

As práticas de laboratório nas quais os alunos seguem um procedimento tipo receita coletam dados, mas não os discutem ou os analisam, têm demonstrado forte caráter de baixa cognição. Os alunos não compreendem o porquê do experimento e não desenvolvem uma síntese do que foi proposto. (SUART; MARCONDES; LAMAS, 2010, p. 201-202)

Diante do exposto, é necessário um adendo: de forma alguma podemos acreditar que a experimentação levará à Aprendizagem Significativa ou à Aprendizagem Efetiva, porém, ela fará com que o aluno dialogue através de processos de interpretação e reinterpretção consigo, com o professor e com os conhecimentos científicos, o que pode gerar uma série de inquietações. Assim, a expressão mais apropriada para tratar sobre aprendizagem mediante a experimentação é “diálogos construídos a base de (re) impressões particular”. O termo *particular* deixa bem evidente que o processo de aprendizagem não ocorre de maneira igual entre os aprendentes, mas, que existem variáveis que podem ajudar ou comprometer a aprendizagem.

Com base nisso, procurou-se alinhar o enfoque histórico e a experimentação baseada na proposta de ensino empregada pela professora-pesquisadora Marie Curie em suas aulas, a qual caracteriza-se por atividades investigativas voltadas para a construção do conhecimento científico. Para tanto, utilizou-se como objeto de estudo o fenômeno de combustão da vela.

A ideia de focalizar aspectos da vida pessoal e profissional de Marie Curie partiu da necessidade de apresentar pontos pouco evidenciados dessa estudiosa, como suas aulas em uma cooperativa de ensino. Buscava-se por meio dessa iniciativa proporcionar práticas educativas dinâmicas e bem prazerosas.

Ademais, a escolha do experimento de combustão da vela deu-se por ser simples e bem estimulante, possibilitando aos estudantes o desenvolvimento de aspectos como a argumentação oral, a compreensão, a organização de ideias e o melhoramento da escrita.

Aplicação da proposta metodológica

O estudo objetivou demonstrar como a prática de ensino de Marie Curie pode contribuir para o ensino de Ciências e para a formação de educadores em Ciências. Assim, foi elaborada uma prática educativa relacionando o enfoque histórico da Ciência e a experimentação investigativa, baseada na metodologia de ensino de Marie Curie, cuja situação-problema em foco é o fenômeno de combustão da vela.

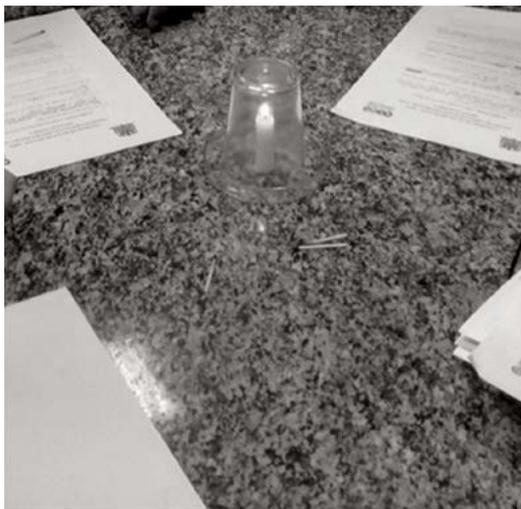
Utilizou-se como suporte teórico os trabalhos de Bachelard (1996), Galiazzi et al. (2005), Zuliani (2006) e Freitas-Reis e Derossi (2014), os quais versam sobre formação de conhecimentos científicos.

Os sujeitos da pesquisa foram 25 Licenciandos em Ciências Naturais – Química, na faixa de 18 a 26 anos, da Universidade do Estado do Pará (UEPA).

Diante disso, buscou-se com os discentes investigar os conceitos que estão envolvidos na combustão da vela, dentro de um recipiente fechado. Para isso, cobriu-se com um copo transparente uma vela acesa, fixada em recipiente contendo água. Na ocasião, foi observado pelos estudantes que a vela se apaga depois de um certo tempo, além disso, velas de diferentes tamanhos, quando inseridas em um mesmo

recipiente contendo água, demonstraram que a vela de maior tamanho apaga primeiro que a de menor, em seguida, a água sobe para o interior do recipiente e cobre a vela.

Figura 1 - Observação do processo de combustão da vela



Fonte: Tolosa (2017).

A atividade foi desenvolvida no dia 19 de outubro de 2017, tendo como diferencial sua realização ter sido em um espaço não formal de ensino, neste caso, o Centro de Ciências e Planetário do Pará (CCPP), um campus da UEPA. Dividiu-se a atividade em quatro etapas. A primeira dedicada à exposição do papel de Marie Curie para o avanço da Ciência. Logo após, deu-se início a segunda etapa, em que os discentes foram convidados a fazer considerações sobre “Como ocorre um processo de combustão?”, esta é a primeira pergunta das cinco relativas ao questionário repassado aos alunos. Os outros questionamentos visam saber sobre o combustível e o comburente do fenômeno em estudo, o porquê da vela se apagar e a água adentrar no copo, sobre a existência de oxigênio na parte interna do recipiente após o apagamento da vela, além da elaboração de um desenho explicativo, que desse suporte a hipótese formulada pelo discente em relação à elevação do nível da água no experimento de combustão da vela em um sistema fechado.

Os participantes foram divididos em cinco grupos contendo cinco integrantes, para posteriormente iniciar a atividade experimental, que ocorreu de maneira dialogada.

Os discentes executaram procedimentos sobre orientação dos mediadores da atividade, sendo solicitado que após cada procedimento realizado respondessem, individualmente, a uma pergunta do questionário, para depois debaterem em seus respectivos grupos as respostas formuladas. Em seguida, as equipes, cada uma a seu tempo, foram convidadas a socializar suas ideias em relação às questões propostas com os mediadores da atividade e com as outras equipes. Tais situações correspondem a terceira etapa. Ao final, os mediadores fizeram considerações científicas sobre o fenômeno de combustão da vela, a partir das ideias dos alunos.

Na pesquisa, utilizou-se uma abordagem qualitativa na coleta e interpretação dos dados obtidos. A escolha pelo ensaio qualitativo se deu por focalizar a análise por meio dos significados apresentados pelos indivíduos que vivenciaram o fenômeno, levando em conta pontos como o tempo, o ambiente e a reflexão (MÓL, 2017). É preciso que se compreenda que em pesquisas voltadas ao ensino de química, o método qualitativo é muito relevante, pois posiciona a educação como relação interativa entre o professor, o aluno e os conhecimentos científicos (MÓL, 2017).

Os dados obtidos com os instrumentos de coleta foram analisados na seguinte sequência: I) leitura inicial das respostas fornecidas, sem realizar anotações, com a finalidade de averiguar as concepções gerais apresentadas pelos participantes da pesquisa; II) releitura das respostas com o propósito de organizá-las a partir de categorias apoiadas em Galiazzi et al. (2005) e em alguns obstáculos epistemológicos – Verbalista, Animista e Realista (BACHELARD, 1996); III) nova leitura para a extração de fragmentos textuais com a intenção de agregá-los à categoria mais pertinente; IV) análise qualitativa dos dados.

Resultados e Discussão

A apresentação da vida e o legado científico deixado para a humanidade por Marie Curie foi bem recebido pelos discentes, que puderam compreender o lado humano da cientista e os desafios para o desenvolvimento de suas pesquisas. Contudo, as respostas obtidas nos

questionários evidenciaram que os discentes tinham pouca familiaridade conceitual no que diz respeito ao processo de combustão, o que foi ressaltado em suas considerações orais. Fato que se mostrou aspecto relevante para a interpretação de como se estrutura a concepção científica desses estudantes.

Dos questionamentos feitos aos alunos referentes à ocorrência do processo de combustão, o combustível e o comburente na combustão da vela, apagamento da vela em um sistema fechado, presença de oxigênio pós-combustão e a elaboração de um desenho e de uma hipótese para explicar a elevação do nível da água no fenômeno citado, sobressaem-se as percepções dos educandos sobre o fenômeno de combustão da vela nas categorias descritas por Galiazzi et al. (2005) e apoiados pelos obstáculos epistemológicos (verbalista, animista e realista) propostos por Bachelard (1996):

Desaparecimento: Nessa categoria, o estudante interpreta que durante a reação química um dos reagentes desaparece do sistema. Isto pode ser exemplificado, no seguinte comentário: “Não, pois a reação de combustão precisa de oxigênio para ocorrer, e como a mesma encerrou-se, supõe que não há oxigênio” (Sujeito G), aludindo ao apagar da vela em sistema fechado. Sobre o nível da água temos: “O oxigênio terminou dentro do copo e deu lugar a água” (Sujeito Y).

Figura 2 - A combustão da vela a água adentra no recipiente



Fonte: Tolosa (2017).

Modificação: A ideia concebida pelos alunos de que uma reação química é uma mudança de estado físico, conforme o seguinte relato: “A vela está derretendo com o calor da queima” (Aluno X)

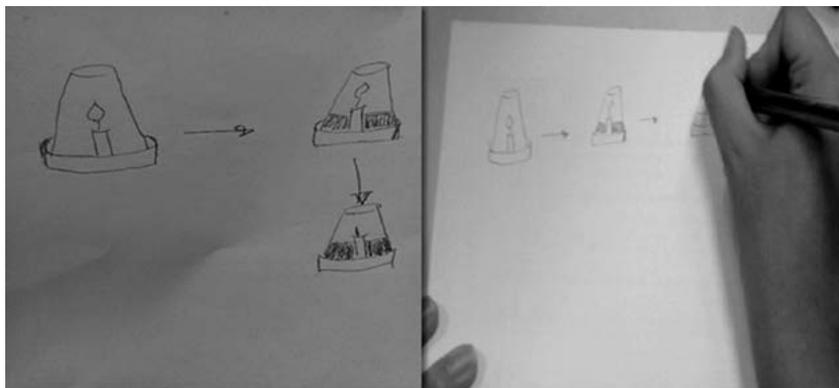
Interação Parcial e Completa de uma reação química: No que se refere à interação parcial, é demonstrado que a interpretação de um fenômeno químico se limita a certos aspectos como a energia, conforme exposto no seguinte trecho: “um processo onde se tem a queima de combustíveis” (Sujeito H). Enquanto a interação completa corresponde à interpretação coerente do processo de transformação química.

Verbalista: Um obstáculo epistemológico que pode ser entendido como o uso inadequado de simplificações (linguagem ou de imagens) como intuito de versar sobre um determinado conceito científico. Temos a utilização do termo “pressão” como fator relevante na elevação do nível da água no interior do recipiente, conforme revela o seguinte comentário: “A água tem seu nível aumentado pela diminuição da pressão” (Sujeito W). O fato é que a palavra pressão tem múltiplos significados nos campos de conhecimento humano, tendo adquirido um sentido comum em nosso cotidiano. Um termo usual.

Animista: é o ato de atribuir vida a objetos ou fenômenos inanimados para fins de explicar algumas de suas propriedades. Como exemplos temos: “O vapor da água apaga a vela” (Sujeito F); ” “O vidro se expande com a vela acesa pelo ar quente e se contrai no ar frio, e a água sobe” (Sujeito B).

Realista: As considerações são pautadas pela análise dos sentidos (visuais, olfativos, tácteis), como em: “O calor da vela acesa deixa a pressão na água estável, quando ela apaga a água sobe” (Sujeito A).

Figura 3 - Representações das hipóteses formuladas pelos discentes do processo de combustão da vela.



Fonte: Tolosa (2017).

De modo geral, as respostas fornecidas apresentam equívocos conceituais da situação natural, que fazem parte do desenvolvimento e consolidação de determinado conhecimento científico na estrutura mental do aluno. O fato em questão pode ser proveniente do formalismo aplicado ao ensino de ciências, em detrimento da promoção de atividades que estimulem a evolução da concepção dos discentes e discussões acerca de suas explicações a um dado fenômeno (ZULIANI, 2006).

É necessário salientar que não é o objetivo deste estudo desmerecer um método de ensino em prol de outro, mas a apresentação de alternativas que podem ampliar o leque prático do ato de ensinar, considerando que qualquer metodologia a ser utilizada terá limitações das mais variadas naturezas. Para Almeida e Soares (2013), é preciso agir no sentido de promover perspectivas viáveis ao ensino e a aprendizagem, assim enfatizam:

[...] a interação entre os pares fortalece a discussão a partir de pontos de vista, concepções e conhecimentos prévios dos próprios alunos, pode promover uma mudança conceitual e, assim, iniciar uma construção concreta e significativa da aprendizagem, tendo como ponto de partida a perspectiva conceitual dos sujeitos. (ALMEIDA; SOARES, 2013, p. 210)

Em suas aulas, Marie Curie, conforme destacam Freitas-Reis e Derossi (2014), buscava fazer os estudantes assimilar os conceitos ministrados, pautando-se na solidez, contextualização e no que fosse duradouro. A leitura fenomenológica, aspecto norteador do estudo de Zuliani (2006), considera os significados por trás das respostas fornecidos pelos sujeitos de suas observações.

A educadora Curie colocava-se como mediadora da aprendizagem, centrando o protagonismo da investigação nos alunos. Nessa linha de raciocínio, é possível “perceber a preocupação de Marie Curie com a assimilação do conhecimento e que este ocorresse de maneira sólida, duradoura e contextualizada” (FREITAS-REIS; DEROSI, 2014, p. 92).

Ao explicar o fenômeno de combustão da vela, considerando as ideias dos discentes, os mediadores os ajudaram a se apropriar do discurso científico. É fato que carecem de atividades que possam fazê-los sair da automatização para seres abertos a formas flexíveis de ensino. Isto requer uma mudança gradativa de paradigmas, propiciando um movimento interativo que vai se consolidando com o tempo desde que haja abertura e planejamento para tal.

Considerações finais

Com base nos estudos de Freitas-Reis e Derossi sobre a metodologia de ensino de Marie Curie, foi possível conhecer a relevância do trabalho dessa professora-pesquisadora para a educação em Ciências, visto que concebe uma nova visão da relação ensino e aprendizagem em sua época.

Para Marie Curie, a busca da aprendizagem de conceitos científicos deve partir do que o aprendiz já conhece posteriormente, isto foi objeto de estudo de muitos autores, considerando uma questão particular da aprendizagem, entre eles, David Ausubel e Eduardo Mortimer. Na ocasião, ao utilizar o enfoque histórico e da experimentação em conjunto, foi possível verificar um maior dinamismo na prática educativa, sendo bem atrativa. Ademais, é uma maneira de entender como se estrutura a formação de conceitos na base mental dos alunos, visando contribuir na construção de mecanismo viáveis para o campo da educação em ciências.

O ensino de Química tem tido pouco efetivo no que diz respeito à promoção da reflexão. A focalização do ensino de ciências, mesmo com muitas iniciativas relevantes de mudança de paradigma, ainda tem sido voltada para exames, em que o professor e o aluno saem de cena, dando lugar ao treinador e o atleta. A relação ensino e aprendizagem passa a ser compreendida como uma automatização, aliás, um adestramento. Esse modo de encarar o processo educativo acaba por corroborar a falência educacional brasileira, pois, tem como notável “produto” a formação de sujeitos calcados em cálculos algébricos simplificados.

O ponto gratificante ficou por conta da boa aceitação pelos estudantes da dinâmica de desenvolvimento da atividade. É de conhecimento que, por hora, a inserção dessa perspectiva nas dinâmicas da Academia e no seio escolar é sem sombra de dúvida um grande desafio, por isso, é preciso pontuar que os obstáculos a serem vencidos para a implementação da perspectiva de ensino referem-se a fatores como: o tempo dedicado à aplicação de uma proposta nesses termos, os conhecimentos preliminares dos alunos, o desejo de querer aprender e o planejamento do ensinar. De maneira geral, esse trabalho pode ajudar, considerando suas características, no sentido de promover discussões acerca da fenomenologia como pontos relevantes na formação de professores, sobretudo, os das ciências a natureza.

Referências

ALMEIDA, V. S.; 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**, v. 35, n. 3, p. 209-219, 2013.

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

BASSALO, J.M.F. A Importância do estudo da História da Ciência. **Revista SBHC**, p. 57-66, 1992.

CHASSOT, A. **Alfabetização Científica**: questões e desafios para a educação. Ijuí: Editora Inijuí, 2003.

FERREIRA, L.H.; HARTWIG, D.R.; OLIVEIRA, R.C. Ensino experimental de Química: uma abordagem investigativa contextualizada. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2, maio, 2010.

FREITAS-REIS, I.; DEROSI, I.N.; O ensino de Ciências por Marie Curie: uma análise da metodologia empregada em sua primeira aula na cooperativa de ensino. **Química nova na escola**, v. 36, n. 2, p. 88-92, 2014.

GALIAZZI, M. C. et al. Uma sugestão de atividade experimental: a velha vela em questão. **Química Nova na Escola**, n. 21, p. 25-28, 2005.

MÓL, G.S. Pesquisa qualitativa em ensino de Química. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v. 5, n 9, p. 495-513, 2017.

MORI, R.C.; CURVELO, A.A.S. A polissemia da palavra “Experimentação” e a Educação em Ciências. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 3, 291-304, 2017.

OKI, M.C.M.; MORADILLO, E.F. O ensino de História da Química: contribuindo para a compreensão da natureza da Ciência. **Ciência e Educação**, v. 14, n. 1, p. 67-88, 2008.

SUART, R. DE. C.; MARCONDES, M. E. R.; LAMAS, M. F. P. A Estratégia “Laboratório Aberto” para a construção do Conceito de Temperatura de Ebulição e a Manifestação de Habilidades Cognitivas. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 3, p. 200-207, 2010

ZULIANI, S.R.Q.A. **Prática de ensino de Química e metodologia investigativa: uma** leitura fenomenológica a partir da semiótica social. Tese (Doutorado) – UFSCar, São Carlos, 2006. 288p.

COOPERATIVA DE ENSINO E AS AULAS DE MARIE CURIE: A CONTRIBUIÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO PARA O ENSINO DE FÍSICA

Lêda Yumi Hirai

Gysele Maria Morais Costa

Maria Dulcimar de Brito Silva

Considerações iniciais

Em 1891, aos 24 anos de idade, Marie Salomea Skłodowska era uma pessoa desconhecida, deixou seu país natal, a Polônia, e se mudou para a França, onde se inscreveu na licenciatura em Física da Faculdade de Ciências de Paris, concluindo o curso em 1893. Dando continuidade a seus estudos, um ano depois, ela obteve a licenciatura em Matemática.

Após a conclusão das licenciaturas, Marie Skłodowska começou a fazer pesquisas em Física, colaborando com laboratórios e universidades. Neste período, ela conheceu Pierre Curie, diretor de pesquisa em Física da Escola Municipal de Física e Química Industriais, com quem casou em 1895, passando a se chamar **Marie Curie**, nome pelo qual é mais conhecida, também sendo chamada de Madame Curie.

Segundo Freitas-Reis e Derossi (2014), após a morte de Pierre, Marie volta sua preocupação para a educação de suas filhas, contudo, como sempre teve um olhar diferente para o ensino de Ciências, a visão de como ensinar e aprender ciências inquietava a cientista e educadora, levando-a a observar no contato com o laboratório o mais estimulante caminho para a aprendizagem e compreensão dos fenômenos naturais. Mobilizados por Curie, em 1907, um grupo de pesquisadores em Ciências de Paris decidiu criar uma *Cooperativa de ensino*, onde cada um dos pais/cientistas se responsabilizaria por uma disciplina e os alunos assistiriam a uma aula por dia.

É difícil encontramos atualmente a divulgação científica sendo realizada dentro de sala de aula, principalmente para crianças. Lugares como Museus e Centro de Ciências mostram esse lado científico de maneira diferente, entretanto, ainda não apresentam o reconhecimento merecido. Marie Curie foi uma das professoras da Cooperativa de En-

sino, onde se desenvolviam aulas experimentais em laboratórios nos anos de 1907 e 1908, onde pais, entre eles cientistas atualmente renomados, reuniram-se para formar uma equipe de professores dispostos a repassar os principais conhecimentos sobre a natureza.

De acordo com Chavannes (2007), Curie dedicava-se a ensinar Física Elementar para um pequeno grupo de crianças na faixa etária entre sete e treze anos, que estavam ávidos por entender o mundo que os cercam. Dessa maneira, as aulas de Física se davam no laboratório de Madame Curie, localizado na Universidade Sorbonne na França. Segundo Freitas-Reis e Derossi (2014), a Cooperativa de Ensino tentava criar um ambiente diferenciado e dinâmico para o reforço escolar dos alunos, que questionavam, participavam e ocorriam pelos pátios da escola, aprendiam questões ambientais, tudo isso entre os ensinamentos de maior complexidade.

Marie Curie utilizava experimentos simples para fazer a demonstração de fenômenos que ocorrem na natureza, a partir disso, questionava seus alunos sobre como a atividade se desenvolvia, para assim, “elaborar” os conceitos físicos e científicos, com exemplos do cotidiano e os conhecimentos prévios das crianças. Chavannes (2007) relata que Curie fazia com que as crianças explicassem o que aconteceu em cada experimento, para ver se eles realmente estavam compreendendo os conceitos que ela apresentava.

Dessa maneira, pode-se pensar que tal metodologia poderia ser utilizada atualmente, em séries do Ensino Fundamental, para assim despertar o interesse das crianças pela Ciência, e com isso amenizar a aversão existente por algumas áreas, como a Química e a Física. Buscou-se, neste estudo, analisar as aulas de Madame Curie com o olhar atual para as aulas de Física.

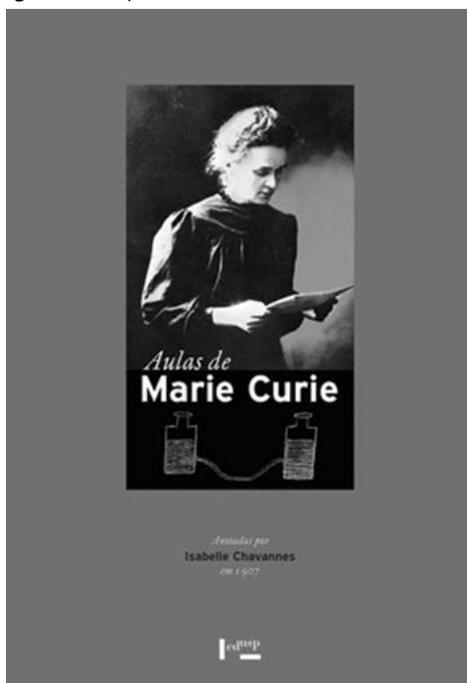
Aplicação da proposta metodológica

A pesquisa foi baseada em uma análise documental que, segundo Moita Lopes (1994), teve por objetivo identificar, em documentos, informações que sirvam de subsídio para responder à alguma questão de pesquisa, pois representam uma fonte natural de informações. Lüdke e André (1986, p. 39) também corroboram dizendo que, os documentos

“não são apenas uma fonte de informação contextualizada, mas surgem num determinado contexto e fornecem informações sobre esse mesmo contexto”. A análise documental deve ser adotada quando a linguagem utilizada nos documentos se constitui elemento fundamental para a investigação.

O trabalho foi desenvolvido em algumas etapas que compreendem a leitura do livro *Aulas de Marie Curie*, escrito por Isabelle Chavannes (Figura 1) e a partir disso foram selecionadas duas aulas ministradas por Madame Curie na Cooperativa de Ensino, com o intuito de analisar o método e a descrição das lições.

Figura 1 - Capa do livro “Aulas de Marie Curie”



Fonte: Chavannes (2007).

As aulas analisadas foram separadas pela relação entre os conteúdos e conceitos físicos existentes, sem haver distinção para as séries que hoje se fazem presentes. Poderiam ser assuntos que se encontram, atualmente separados, por pensar em ter uma sequência didática mais

eficaz, mas que apresentam, de certa forma, relação entre si.

Desse modo, as aulas escolhidas foram sobre Vasos Comunicantes e Pressão de uma Coluna de Líquido, onde será feito maior destaque e análise para a aula sobre Vasos Comunicantes. Na análise do método utilizado e a descrição das lições, pode-se citar a **conversação** como sendo um método de descoberta do aluno, por meio da mediação/orientação do professor e da investigação; tem-se também a **observação**, que está ligada às percepções minuciosas das ocorrências dos experimentos; pode-se considerar também o **estudo de caso**, que inclui algumas atividades mentais e questionamentos internos, os quais precisam ser feitos no processo de aprendizagem e a maneira de como se interpreta os métodos práticos.

Resultados e Discussão

A partir do estudo realizado, pode-se colocar em pauta alguns pontos importantes acerca das aulas de Marie Curie. Sabe-se que eram aulas experimentais, por isso, podemos considerar uma sequência metodológica utilizada pela professora para a “elaboração” de conceitos físicos e científicos, verificando alguns conhecimentos já desenvolvidos pelas crianças. Perguntas frequentes eram feitas para que os alunos pensassem a respeito dos experimentos e fenômenos, assim, eles teriam a oportunidade de “construir” aquele conhecimento para si.

Ao iniciar a aula, Madame Curie sempre introduzia uma pergunta que despertasse a curiosidade dos alunos. Em seguida, eles procuravam as respostas por meio da experimentação, observação e reflexão. De forma dialógica e divertida, ela sempre os conduzia a raciocinarem e formularem hipóteses.

Dessa maneira, pode-se inferir que, Marie Curie utilizava o Ensino por Investigação. Segundo Carvalho (2007), o ensino por investigação em Ciências é apontado como um modelo de proposta didática que privilegia a problematização, no qual o aluno é o sujeito do conhecimento e a construção é realizada a partir de interações com outros sujeitos e com o meio circundante.

Com base nas anotações de Chavannes (2007), foi possível perceber a maneira dialogada que Curie condizia os experimentos, estimulando

do o raciocínio dos seus alunos, evitando antecipar os resultados, fazendo com que eles raciocinassem, em que eles, por si mesmos, tomariam decisões sobre os conceitos tratados, investigando-os, encorajando-os e até se divertindo com eles. Assim, a professora dava aos alunos a autonomia para construir o próprio conceito científico e conhecimento.

Podemos destacar um momento muito importante das aulas, quando ela fazia seus alunos explicarem com suas próprias palavras as experiências que estavam observando: “Madame Curie faz cada uma das crianças explicar as duas experiências que ela fez com as bexigas” (CHAVANNES, 2007, p. 36).

Muitos questionamentos eram feitos durante as aulas, assim como, muitos experimentos também eram elaborados e refeitos pelas crianças. O conhecimento era acumulativo, ou seja, nas aulas seguintes uma breve explicação sobre o conteúdo anterior era feita, para que o novo assunto fosse introduzido.

Conforme Carvalho (2007), ao propor o ensino de Ciências por investigação, é válido destacar que, além dos fatos e conceitos ensinados, deve-se também proporcionar aos alunos que desenvolvam habilidades para resolver problemas, propor hipóteses, selecionar informações, trabalhar em equipes, respeitar a opinião do outro, entre outras. Nesse sentido, era necessário desenvolver outros tipos de conteúdo, como os procedimentais, importantes também para o ensino e aprendizagem das Ciências.

Madame Curie inicia a aula sobre vasos comunicantes realizando um simples experimento, visando possibilitar o aluno a entender como a água chega nas torneiras das residências. Marie colocou um pó fluorescente em água e junto com os alunos colocou esta solução em vasos comunicantes de formatos diferentes. Feito isto, “Marie abaixa bastante o tubo estreito e a água, que quer atingir o mesmo nível tanto no tubo estreito quanto no afunilado, escapa pela ponta do tubo estreito formando um belo jato de água verde” (CHAVANNES, 2007, p. 54). Ao término, ela explica aos alunos que a água saia pelas torneiras, pois o cano se comunica com uma caixa d’água colocada numa posição mais alta, dessa maneira, os alunos compreendem que o cano e a caixa d’água são os vasos comunicantes.

Figura 2 - Aula sobre Vasos Comunicantes



Fonte: Chavannes (2007).

Na Figura 2, apresenta-se as anotações acerca da aula sobre vasos comunicantes, embora a aula tenha sido contextualizada, ela não introduz com uma pergunta, como nas outras aulas descritas no livro. Em outra aula, Curie mostra uma garrafa para as crianças, dizendo que ela parece vazia e questiona: “O que há dentro?” Após a resposta dos alunos serem “Ar”, ela os confronta novamente perguntando: “Como vocês podem saber que há alguma coisa dentro?”

Após o silêncio, ela propõe à turma: “Vamos tentar fazer entrar alguma coisa, água, por exemplo”. Eles fecham a garrafa e a mergulham na água com o gargalo para cima. Um aluno a abriu e, enquanto a água entra na garrafa, saem algumas bolhas. Os alunos verificam então que realmente há ar dentro da garrafa e explicam que o ar sai da garrafa porque ele é mais “leve” que a água. Em seguida, Madame Curie propõe que eles coloquem a garrafa tampada com o gargalo para baixo e destampe-a novamente. Os alunos verificam que a água sobe somente

um pouco e o ar que fica no fundo do recipiente não pode sair porque ficou preso.

Após estes experimentos, a professora pega uma garrafa com mercúrio, coloca com o gargalo para cima dentro da água e pede para que os alunos observem o que vai acontecer, em seguida, pergunta: “O que vai acontecer se eu tirar a tampa?”. Alguns alunos arriscam que o mercúrio irá para o fundo do recipiente. Ao destampar a garrafa, rapidamente o líquido desceu para o fundo da garrafa. Após pedir explicações, os alunos respondem que o mercúrio é mais pesado do que a água. Ela explica que é quase isso e os questiona: “Uma pequena gota de mercúrio é mais pesada do que uma garrafa cheia de água?”. Convictos, os alunos dizem que não. Curie continua: “Mas e se enchermos uma garrafa com água e outra com mercúrio, qual será a mais pesada?”. Os alunos respondem: “A que está com mercúrio”.

Após esta conversa, Curie explica aos alunos que o correto é dizer que um líquido pesa mais que o outro sob o mesmo volume. Ela fecha com o conceito científico de densidade explicando: “Ao invés de dizermos uma longa frase, dizemos: o mercúrio é mais denso do que a água”. Para que os alunos não desenvolvam a concepção de que densidade só é aplicada para líquidos, ela destaca que apesar de no experimento ter sido usado dois líquidos, esta não era uma condição única e conduz os aprendentes a realizarem experimentos com a madeira e o chumbo. Através destas aulas, compreende-se que com experimentos simples e com diálogo, a aula foi extremamente rica de conhecimentos, pois ela sempre fazia questão que os alunos falassem o que pensam para trabalhar a partir daí. A pesquisadora se preocupava em desenvolver atividades que não fossem isoladas do cotidiano, apesar de trabalhar de uma forma bem lúdica e deixar os alunos se expressarem, ela sempre apresentava ao fim da aula a linguagem científica, para que os estudantes não saíssem com erros conceituais.

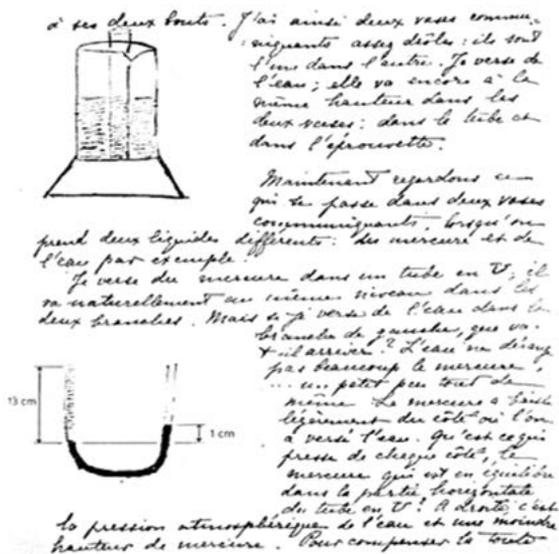
Dessa forma, nota-se que as aulas da Madame Curie aconteciam de maneira qualitativa, a partir das análises de experimentos, sem que houvesse a utilização das ferramentas matemáticas avançadas necessárias. Fazendo-nos refletir se tal metodologia não poderia ser abordada atualmente no ensino de crianças, pois os alunos desenvolveriam

os conceitos físicos e científicos a partir de suas próprias concepções de mundo. Como outro exemplo das anotações e das aulas, a figura 3 mostra como se dava a aula sobre a pressão de uma coluna de líquido.

Semelhante a aula sobre vasos comunicantes, Marie introduzira sua aula sobre pressão de uma coluna de Líquido relembrando alguns conceitos desenvolvidos em aulas anteriores, para que assim os alunos conseguissem fazer relações entre os conhecimentos já desenvolvidos e os que seriam vistos naquela aula. Sempre com um experimento e com a conversa com os alunos, Curie ia orquestrando conceitos que eram imprescindíveis sobre o fenômeno físico e instigando ainda mais a curiosidade das crianças.

É interessante o modo como Madame Curie conduzia suas aulas, dando oportunidades aos alunos para que eles conseguissem desenvolver seus experimentos. Sempre com a supervisão de Marie, depois de desenvolverem os experimentos, as crianças tinham a oportunidade de explicar como tal fenômeno acontecia, dessa maneira, conseguiam externar o que haviam aprendido.

Figura 3 - Aula sobre Pressão de uma Coluna de Líquido



Fonte: Chavannes (2007).

Considerações finais

O livro feito por meio das anotações de Isabelle Chavannes, que era uma das alunas da Marie Curie, nos possibilitou visualizar e compreender como se davam as aulas de Física para crianças daquela época, mostrando-nos também que pode ser possível utilizar tal metodologia atualmente.

Madame Curie não era apenas uma cientista renomada, mas também uma professora e educadora, que se preocupava com a assimilação do conhecimento, que esse ocorresse de maneira sólida, duradoura e contextualizada para seus alunos. Constata-se que ela não lecionava com o intuito de simplesmente transmitir conteúdos, para ela era importante que a aprendizagem fosse sólida através da contextualização com o cotidiano e a experimentação. Portanto, Marie Curie é um exemplo de metodologia de ensino formidável, na qual muitos professores de Ciências precisam se espelhar.

Referências

CARVALHO, A.M.P. **Ciências no Ensino Fundamental: O conhecimento físico**. São Paulo: Ed. Scipione, 2007.

CHAVANNES, I. **Aulas de Marie Curie**. São Paulo: Edusp, 2007.

FREITAS-REIS, I.; DEROSI, Ingrid Nunes. Ensino de Ciências por Marie Curie: análise da metodologia empregada em sua primeira aula na cooperativa de ensino. **Química Nova na Escola**, v. 36, n. 2, p. 88-92, 2014.

LÜDKE, M., ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. Rio de Janeiro: E.P.U., 2013.

MOITA LOPES, L.P. Pesquisa Interpretativista em Linguística Aplicada: a linguagem como condição e solução. **DELTA**, v. 10, n. 2, p. 329-338, 1994.

A HISTÓRIA DA CIÊNCIA COMO FACILITADORA NA APRENDIZAGEM: A ABORDAGEM DOS PRIMEIROS ESTUDOS DE LINUS CARL PAULING PELO MÉTODO DE LAUE E BRAGG ACERCA DA NATUREZA DAS LIGAÇÕES QUÍMICAS

Karolina Ribeiro dos Santos

André Silva dos Reis

Gysele Maria Morais Costa

Maria Dulcimar de Brito Silva

Ronilson Freitas de Souza

Considerações Iniciais

Atualmente, a abordagem histórica no ensino de Ciências tem se mostrado bastante relevante, principalmente por auxiliar no processo de educação (FREIRE, 2004). Trata-se de um estudo posterior ao estudo de Ciências, a meta científica que melhora a compreensão dos fenômenos e conteúdos, sobretudo, das Ciências Naturais e Exatas. Não se limita à filosofia da Ciência, mas descreve e oferece explicação, permitindo a discussão de cada estudo e contribuição científica surgida ao longo do tempo.

A necessidade da inovação de métodos de ensino surgiu com o avanço da tecnologia, que incentivou profissionais da educação a buscar novos saberes, conhecimentos, metodologias e estratégias (LACERDA, 2011). Linus Pauling, como pesquisador e professor, provou que com métodos simples de demonstração é possível adequar-se à atualidade, utilizando o conhecimento prévio do professor, adquirido em sua graduação. Quando se trata de ensino de Química, o professor também é responsável por atrair a atenção e o interesse dos alunos, com intuito de reduzir a dificuldade na aprendizagem que eles costumam apresentar.

A tecnologia, a cultura e o conhecimento histórico, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN/BRASIL, 1998), contribuem e enfatizam a importância da relação entre História da Ciência e o ensino de Química, por exemplo. Neste sentido, buscou-se métodos de estudo utilizados por Linus Pauling para ensinar o assunto de ligações Químicas, de modo agradável e lúdico, propondo uma alternativa didática para

professores. Desta forma, visa-se mostrar a importância da História da Ciência para o ensino, bem como as contribuições e interesse de Pauling pela Ciência, despertando assim a curiosidade dos alunos.

Linus Carl Pauling trabalhou com imunologia, química orgânica, inorgânica, anestesiologia, psicologia, radioatividade, é considerado como o pai da biologia molecular, reconhecido como cristalógrafo e foi um grande médico pesquisador. Nasceu em Portland, Oregon, em 28 de fevereiro de 1901, filho de um farmacêutico autodidata, Herman Henry William Pauling e Lucy Isabelle Darling (Belle), descendente de uma família pioneira. Seus trabalhos foram de grande influência no cenário científico, por conta de sua dedicação ao estudo da natureza da ligação química, em suas palavras, “o mais valioso conceito da química” (PAULING, 1992).

Linus Pauling recebeu seu Ph.D. em Química (e Física-Matemática) com o seguinte estudo: *The Determination With X-Rays Of The Structures Of Crystals*, sob a orientação de Roscoe Gilkey Dickinson (1894-1945). A pesquisa sobre cristalografia de raios-X trata da determinação do arranjo dos átomos em cristais. Esse estudo já existia e foi criado por Max Von Laue – físico alemão, e despertou interesse em William Henry Bragg que criou a Lei de Bragg – para calcular a difração de raios-x (MAIA, 2016). Com estas descobertas seria possível decifrar a estrutura cristalina tridimensional das moléculas, como foi percebido, brilhantemente também por Linus Pauling.

No contexto de sua época, Pauling estabeleceu-se como professor, focalizando a Química e natureza das ligações, principalmente, tratando do estudo de cristais e de hipóteses determinadas por diversos estudos que abordavam as dificuldades na aprendizagem dos alunos no que tange ao referido assunto. Desta forma, Linus, com sua propriedade no assunto adquirida com Roscoe e ao longo de sua carreira acadêmica, juntou fatos soltos da química em um conjunto intelectual coerente para milhares de alunos (PERUTZ, 1994).

Com base nos trabalhos estudados, bem como nos livros adquiridos através dos acervos das principais Universidades que Linus Carl Pauling frequentou e trabalhou – Universidade Estadual de Oregon e Caltech (California Institute of Technology) –, foi possível o acesso às

suas descobertas para analisar os métodos de ensino de Química utilizados pelo cientista para facilitar o ensino do conteúdo. Nesta etapa, foram encontradas como fontes de dados os livros “The Nature Quimical Bond And The Structure Of Molecules And Crystals”, “General Chemistry” e “Pauling”, bem como materiais bibliográficos dos acervos das universidades de Oregon e Caltech, com intuito de fazer uma análise da didática utilizada por Pauling logo após suas pesquisas voltadas para o estudo das estruturas cristalinas por cristalização por raio-X (MAIA, 2016).

Por conseguinte, o objetivo deste estudo foi apontar a importância da História da Ciência relacionada ao conteúdo de Ligações Químicas, identificar as dificuldades presentes como impasse no entendimento do assunto desde o Ensino Médio. Além disso, visa-se ensinar o método de estudo de Linus Pauling sobre Ligações Químicas, analisar a eficácia da sequência didática utilizada pelo professor-pesquisador em sala de aula e a influência de suas pesquisas e ensino nos contextos atuais, através de uma oficina.

Aplicação da proposta metodológica

Área de estudo

A oficina foi aplicada no auditório e espaço da Química do Centro de Ciências e Planetário do Pará (CCPP), no município Belém-PA. É um local de domínio público, vinculado à Universidade do Estado do Pará, responsável pela divulgação das diferentes ciências: Química, Física, Biologia, Astronomia, Geologia e Matemática. Foi inaugurado em 1999 (sendo reinaugurado em 2012) e atende ao público em geral, além de promover atividades específicas a acadêmicos como feiras, eventos, workshops, oficinas, minicursos, formações internas para funcionários e professores. Os atendimentos de segunda a sexta destinam-se a escolas das redes pública e privada, sendo os alunos acompanhados por seus professores da escola, e aos sábados acolhe o público em geral. O CCPP atende cerca de 18 escolas e 540 alunos por mês.

Recursos metodológicos

A oficina foi ministrada com exposição dialogada, utilizando materiais confeccionados para melhor compreensão do conteúdo. Para

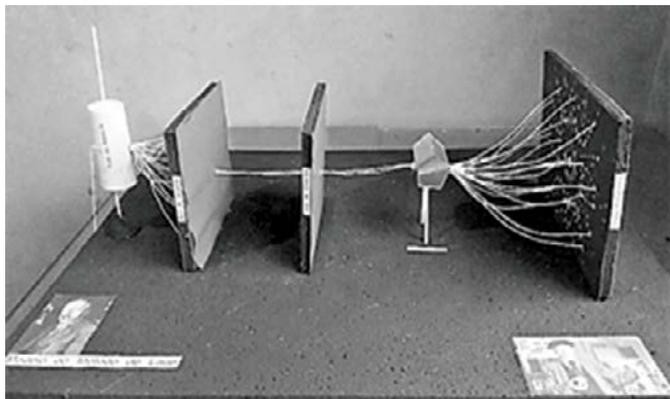
que os graduandos tivessem contato com o método de estudo de Linus Pauling, foram utilizados materiais alternativos para a construção de modelos em alusão à Cristalografia de raios-X, modelo da estrutura química do mineral Dissulfeto de Molibdênio. De forma didática, os alunos constroem a estrutura fundamental dos minerais selecionados para cada grupo formado, para isso, utiliza-se bolinhas de isopor, palitos de churrasco, tesoura, cola de isopor, tintas de cores variadas. A metodologia foi descrita com as informações necessárias para permitir a repetição do estudo por outro pesquisador.

Procedimentos metodológicos

Participaram da oficina 11 alunos graduandos iniciantes do curso de Licenciatura Plena em Ciências habilitação em Química 2017, da Universidade do Estado do Pará. A metodologia está em consonância com a formação de futuros docentes, mostrando a importância da História da Ciência para o ensino do conteúdo de Ligações Químicas, que pode ser aplicada com eficiência e aproveitamento. A oficina foi dividida em seis momentos:

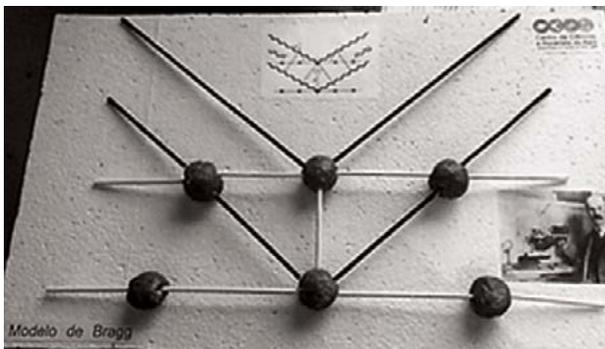
Momento 1: Foram apresentados três protótipos previamente construídos para exemplificar e ensinar o método de análise cristalográfica utilizado por Linus Pauling, como mostram as Figuras 1, 2 e 3.

Figura 1 - Modelo método de Laue confeccionado com materiais alternativos



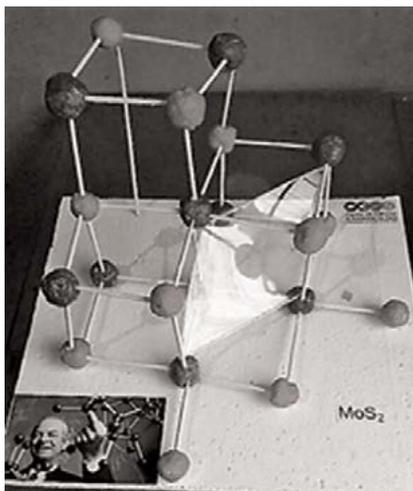
Fonte: Ribeiro (2018).

Figura 2 - Modelo método de Bragg confeccionado com materiais alternativos



Fonte: Fonte: Ribeiro (2018).

Figura 3 - Modelo molécula de Dissulfeto de Molibdênio produzido com massa de modelar e palitos de madeira



Fonte: Ribeiro (2018).

Linus Pauling se baseou em métodos de análises já existentes, utilizando o mineral de Molibdênio, que foram exemplificados brevemente para dar prosseguimento à oficina.

Momento 2: A turma foi dividida em quatro grupos e aplicado um questionário de investigação e sondagem inicial. Em seguida, apresentou-se um breve contexto histórico sobre a vida e obra de Linus

Pauling, abordando suas contribuições científicas, com enfoque no seu primeiro estudo sobre o comportamento químico do mineral de Dissulfeto de Molibdênio, bem como, seu trabalho posterior sobre Ligações Químicas.

Figura 4 - Exposição das teorias de Laue e Bragg para a aplicação da oficina



Fonte: Ribeiro (2018).

Momento 3: Foi realizada a metodologia que Linus Pauling utilizava em suas aulas para explicar a natureza das ligações. Foram apresentados alguns minerais que Linus Pauling mais aplicava em suas turmas, a saber: Mica, Feldspato, Quartzo, Diamante, Grafite, Calcita, Silicato, Cristal, Hematita e Pirita. Cada grupo foi orientado a escolher um e, em seguida, foi explicado sobre o mineral escolhido, bem como sua aplicabilidade.

Momento 4: Cada grupo se direcionou à mesa em que foram distribuídos os elementos químicos (em forma de bolinha de isopor para representá-los) para buscarem os elementos químicos fundamentais presentes no mineral de sua escolha. Logo após, foram orientados a especificar qual o tipo de ligação existente entre os elementos.

Momento 5: Foram dispostas imagens da estrutura dos minerais em questão, e os alunos, com os materiais dispostos, montaram a estrutura química utilizando palitos e bolas de isopor. Em seguida, os alunos apontaram o elemento mais eletronegativo da estrutura.

Momento 6: Por fim, os 11 participantes responderam a um questionário para a coleta de dados. O questionário se compôs de 4 questões discursivas acerca da oficina “A História da Ciência como facilitadora na aprendizagem: abordagem dos primeiros estudos de Linus Carl Pauling pelo método de Laue e Bragg acerca da natureza das ligações químicas”. Em relação ao perfil dos participantes da pesquisa, a faixa etária variou de 18 a 24 anos.

Resultados e Discussão

De acordo com a metodologia proposta, os graduandos puderam confeccionar os modelos moleculares de estruturas fundamentais de minerais apresentados a partir dos estudos de Linus Pauling, comentados anteriormente no decorrer da oficina. Os estudantes realizaram a construção de seus conhecimentos através da confecção de modelos moleculares como mostra a Figura 5, já a Figura 6 traz alguns exemplos de estruturas produzidas pelos discentes.

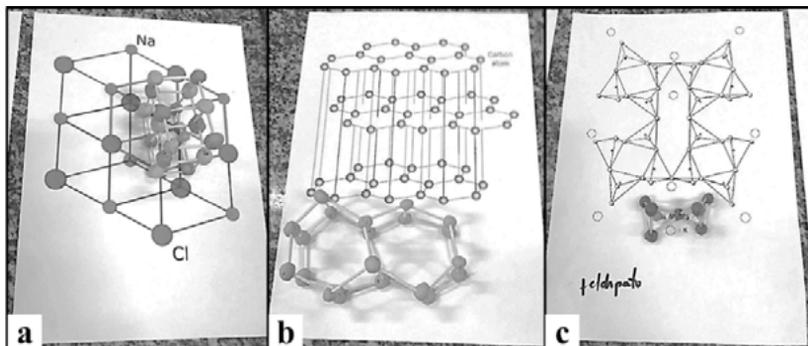
Figura 5 - Graduandos participando na construção das estruturas fundamentais dos minerais



Fonte: Ribeiro (2018).

Algumas amostras das estruturas fundamentais dos minerais produzida pelos discentes com materiais alternativos constam na Figura 6.

Figura 6 - Imagens das estruturas construídas pelos graduandos: a) estrutura do Cloreto de Sódio; b) estrutura do grafite; c) estrutura do Feldspato.



Fonte: Ribeiro (2018).

Conhecimento sobre a contribuição de Linus Pauling para a Ciência

Acerca do conhecimento prévio dos discentes com relação à contribuição de Linus Pauling para a Ciência e o ensino de Química, constatou-se que 73% dos discentes afirmaram conhecer somente o Diagrama de Pauling e que o estudaram no Ensino Médio, 18% afirmaram conhecer a contribuição do cientista no estudo de estrutura das moléculas, e 9% conheciam sua contribuição no estudo da Vitamina C. De acordo com os dados citados, pode-se inferir que os graduandos em Químicas conhecem as contribuições do cientista para a sociedade, inclusive para o meio acadêmico-científico. Maia (2016) afirma que Linus Pauling contribuiu em diversos ramos de estudo como metalurgia, medicina ortomolecular, química orgânica e inorgânica, imunologia e estruturas dos compostos e minerais químicos, portanto, conhecer e divulgar seus trabalhos como abordagem histórica da ciência para o ensinamento de conceitos químicos é importante e faz diferença na aprendizagem dos alunos. Assim, os estudos de Pauling são relevantes no dia a dia da sociedade.

Importância da História da Ciência para o ensino de Química

Quando questionados sobre a importância da utilização da História da Ciência para o ensino de Química, 36% acreditam que a His-

tória da Ciência ajuda os alunos a entender a origem do conteúdo. A respeito disso, Lambach e Marques (2012) destacam que a História da Ciência deve ser um meio facilitador de apresentação da origem de conceitos científicos, a fim de fazer os alunos interagirem melhor com a disciplina Química. Desta forma, de acordo com a ideia dos autores, seguem as afirmações de dois participantes:

Se a História da Ciência fosse abordada em sala de aula de maneira adequada, tornaria mais fácil a assimilação de conceitos. (Discente A)

A História da Ciência é muito importante, pois torna a aula mais interessante e ajuda no entendimento do conteúdo. (Discente B)

Dos participantes, 36% responderam que História da Ciência auxilia na compreensão dos conteúdos da disciplina, e 28% que a História da Ciência contribui para a contextualização do conteúdo, reafirmando o que Ferreira e Ferreira (2010) atestaram, que a História da Ciência, ao ser adotada pelo professor, traz de forma interdisciplinar um número maior de conhecimentos aos alunos, tendo ainda um caráter motivador e formativo, levando-o ao aprofundamento dos conteúdos.

Contribuição dos métodos e materiais utilizados por Linus Pauling para o ensino de Química

Ao serem questionados se os métodos e materiais usados por Linus Pauling contribuíam para o ensino de Química, 27% afirmaram que com o estudo do cientista e os materiais usados para dar aula facilitaram a aprendizagem de ligações químicas, 27% afirmaram que conseguiram associar melhor teoria e prática no que tange ao assunto, corroborando a ideia de que o (futuro) professor busque a produção de unidades didáticas durante o processo de formação docente (SÁNCHEZ; VALCÁRCEL, 1993), como foi identificado no comentário de um dos discentes:

Acredito que as metodologias de Linus podem ser empregadas no ensino atual pois instiga os alunos a querer aprender, saindo de um ensino mais tradicional em que o professor utiliza apenas o quadro e pincel para explicar. (Discente C)

Linus Pauling contribuiu e teve uma influência muito grande com relação aos seus diversos estudos científicos. Com métodos simplificados de ensino e sequência didática lógica, ele pôde comprovar a importância da Química no cotidiano e, principalmente, o seu interesse no estudo dos cristais desde sua infância e contato com a Ciência. Assim, o papel do professor, além de ensinar e produzir saberes e caracteres para contribuir com a sociedade, é alcançar o objetivo por meios de práticas que já foram utilizadas e trouxeram resultados positivos para o ensino (sequência didática utilizada por Linus Carl Pauling).

No que concerne à identificação das estruturas dos compostos e substâncias químicas, 26% dos participantes afirmaram que esta foi facilitada, 20% mencionaram que melhorou a compreensão sobre o estudo de minerais naturais.

Conforme a necessidade da inovação de métodos de ensino, surgiu o avanço da tecnologia, que incentivou profissionais da educação a buscarem novos saberes, conhecimentos, metodologias e estratégias (LACERDA, 2011). E Linus Pauling, como professor-pesquisador, prova que com métodos simples de demonstração é possível adequar-se à atualidade, utilizando o conhecimento prévio do professor, adquirido em sua graduação (MAIA, 2016).

Portanto, como ressalta Porto (2015), é de extrema necessidade a instrumentalização dos professores, de maneira adequada, para que consigam incluir a história em suas práticas, uma vez que apenas dessa maneira esse método será incluído nas escolas de maneira efetiva.

Metodologia de ensino de Linus Pauling

Em relação às metodologias de ensino utilizadas por Linus Pauling, questionou-se se é possível empregá-las no atual ensino da Química nas escolas e universidades, 69% responderam que sim e isso facilita o ensino de ligações químicas, 15% respondeu que sim, já que facilita o ensino devido ao uso de materiais de baixo custo. Dentre as principais metodologias para o ensino das ligações químicas, verificadas na prática dos professores, destaca-se o uso de analogias (CARVALHO; JUSTI, 2005), das atividades experimentais com materiais de baixo custo (PARIZ; MACHADO, 2011), reiterando meios alternativos que Linus Pauling utilizava.

Dos participantes, 8% afirmaram que sim, devido facilitar a compreensão de fenômenos do cotidiano e 8% afirmaram que não, como relata o discente na seguinte fala:

O Brasil não possibilita a aplicação de métodos diferentes de ensino devido as provas de vestibular.
(Discente D)

De acordo com Saito (2010), a História da Ciência apresenta-se atualmente com uma visão reducionista em sala de aula, como um conhecimento linear e tratado como verdade absoluta, ou seja, a História da Ciência é tratada com a concepção errônea de que as ideias de cientistas não podem ser contestadas, quando, na verdade, a Ciência perpassa pela construção constante de conhecimento, logo, é possível ser aplicada em qualquer contexto social e escolar, desconstruindo a afirmação do participante da pesquisa. Lima e Sales (2002, p. 41) destacam que o trabalho docente visa colocar esses saberes em movimento, construindo e reconstruindo conceitos importantes, com metodologias de ensino diferenciadas e válidas para melhorar a aprendizagem.

Considerações finais

Neste trabalho foi possível identificar algumas dificuldades enfrentadas por professores em formação em aplicar a História da Ciência a certos conteúdos de Química, por exemplo, o tempo de cronograma a ser cumprido nas escolas e o método de adequação a estilos de prova de vestibular atuais. Entretanto, a maioria dos participantes concluiu, através do método adotado na oficina, estratégias e planejamentos podem auxiliar na inserção da História da Ciência em sala de aula, contribuindo de maneira eficaz para a aprendizagem dos alunos. Desta forma, quebrar paradigmas e confrontar ideias tradicionais de ensino podem ser uma alternativa inovadora positiva, principalmente, diante do papel social do professor como mediador de conhecimento em constante aperfeiçoamento, considerando as transformações, avanços e inovações da sociedade e do mundo. Linus Pauling, como um grande estudioso, inspira e contribui com seus trabalhos para conteúdos importantes da Química que são trabalhados em escolas e cursos pré-vestibular.

Referências

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais** (PCNs). Introdução. Ensino Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998.

CARVALHO, N.B.; JUSTI, R.S. Papel da analogia do “mar de elétrons” na compreensão do modelo de ligação química. **Enseñanza de las Ciencias**, n. extra, 2005.

FERREIRA, A.M.P.; FERREIRA, M.E.M.P. A História da Ciência na formação de professores. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 2, p. 9-10, 2010 <http://revistas.pucsp.br/index.php/hcensino/article/view/2904/2861>. Acesso em: 4 jul. 2018.

FREIRE, P. **Pedagogia da tolerância**. São Paulo: UNESP, 2004.

LACERDA, C. C. **Problemas de Aprendizagem no Contexto Escolar: dúvidas ou desafios?** 2011. Disponível em: <<http://www.psicopedagogia.com.br/artigos/artigos.asp?entrID=1157>>. Acesso em: 04 jul. 2018.

LAMBACH, M.; MARQUES, C. A. A construção histórica e o ensino do conceito de substância: implicações dos diferentes estilos de pensamento para a Química. *In*: PEDUZZI, L.O.Q; MARTINS, A.F; FERREIRA, J.M.H. (Org.). **Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino**. Natal: EDUFRN, 2012.

LIMA, M.S.L.; SALES, J.O.C.B. **Aprendiz da prática docente: a didática no exercício do magistério**. Fortaleza, CE: Demócrito Rocha, 2002.

MAIA, G.R. **Pauling**. São Paulo: Livraria da Física, 2016. (Coleção dos átomos e das moléculas).

PARIZ, E.; MACHADO, P. F. L. Martelando materiais e ressignificando o ensino de ligações químicas. *In*: VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Campinas. **Anais...** 2011.

PAULING, L. The nature of the Chemical Bond. **Journal of Chemical Education**, v. 69, n. 6, p. 519-521, jul. 1992.

PERUTZ, M. Dorothy Hodgkin (1910-1994). **Nature**, v. 371, 1994.

PORTO, P. A. História e filosofia da Ciência no Ensino de Química: em busca dos objetivos educacionais da atualidade. *In*: SANTOS, W.L.P.; MALDANER, O.A. (Org.). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2015. p. 159- 179.

SAITO, F. História da Ciência e Ensino: em busca de diálogo entre historiadores e educadores. **Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 1, p. 1-6, 2010.

SÁNCHEZ, G.; VALCÁRCEL, M. V. Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 1, p.33-44, 1993.

THOMAS MARTIN LOWRY: UMA INTERFACE ENTRE A HISTÓRIA DA CIÊNCIA E O ENSINO DA TEORIA DE ÁCIDOS E BASES

Juliane Larissa Barbosa Santos

André Silva Reis

Maria Dulcimar de Brito Silva

Ronilson Freitas de Souza

Considerações iniciais

Thomas Martin Lowry (Figura 1) nasceu em 26 de outubro de 1874, em Low Moor, Bradford no Reino Unido, e foi o segundo filho do reverendo Edward P. Lowry, da Igreja Wesleyan, e oficial de equipe em Aldershot, uma importante cidade de guarnição do exército britânico (JENSEN, 2016). Segundo Jensen (2016), Lowry, assim como seu pai, foi um membro devoto da Igreja durante toda a sua vida, servindo eventualmente nos conselhos de muitas organizações associadas e ocasionalmente exercendo a função de ministro leigo.

Figura 1 - Thomas Martin Lowry (1874-1936)



Fonte: SóQ (2008-2019).

O ensino secundário de Lowry foi obtido na Kingswood School, em Bath, um internato metodista fundado por John Wesley em 1748. Em 1893, ele ingressou no Colégio Técnico Central do Instituto City and Guilds em South Kensington, formando-se em 1896 (JENSEN, 2016). Em 1898, descreveu pela primeira vez o fenômeno da mutarrotação, que consiste na mudança gradativa da rotação ótica até o ponto de equilíbrio. Alguns anos mais tarde, comprovou experimentalmente que existe uma relação entre o poder da rotação ótica de determinados componentes e o comprimento de onda da luz que atravessa as mesmas substâncias (INFOPEDIA, 2019).

No Westminster Training College, no ano de 1906, lecionou Química e, em 1913, tornou-se chefe do Departamento de Química do Guy's Hospital Medical School, Lowry também foi eleito membro da Royal Society em 1914; já na Universidade de Cambridge, tornou-se o primeiro professor de uma cadeira de Físico-Química (ALLSOP; WATERS, 1947, p. 409).

Descrito como um homem tímido e quieto, que amava cães (Figura 2), Lowry recebeu muitas honrarias, incluindo a filiação na Royal Society, presidente da Faraday Society, vice-presidente da Chemical Society e vários diplomas honorários de várias universidades. Ele também recebeu um CBE (Comandante da Ordem Mais Excelente do Império Britânico) e a Ordem Italiana de São Maurício e São Lázaro por seus serviços durante a Primeira Guerra Mundial, em virtude da solução dos problemas de enchimento de conchas usando a mistura explosiva conhecida como Amatol (JENSEN, 2016).

Em 1923, o químico dinamarquês Johannes Nicolaus Brønsted juntamente Lowry desenvolveram independentemente definições de ácidos e bases fundamentadas na capacidade de uma molécula de doar ou captar prótons, ou seja, os íons H^+ (EDUCABRAS, s.d.).

Figura 2 - Lowry em seu jardim com seu cachorro



Fonte: Jensen (2016).

Lowry publicou seus trabalhos em 1923 no periódico *Journal of Society of Chemical Industry*, com o tema “The uniqueness of hydrogen” (A exclusividade do Hidrogênio). Neste trabalho, Lowry busca descrever as propriedades do hidrogênio, no final do trabalho, em poucas linhas, ele mencionou como o HCl se torna um ácido forte frente à água, porém, quando isento de água, não tem a força de um ácido (SOUZA; ARICÓ, 2017). No trecho a seguir, Lowry descreve como o hidrogênio torna-se um ácido frente a água:

É um fato notável que a acidez forte é aparentemente desenvolvida apenas em misturas e nunca em compostos puros. Até mesmo o cloreto de hidrogênio só se torna um ácido quando misturado com água. Isto pode ser explicado pela extrema relutância de um núcleo de hidrogênio para ser

conduzido a uma existência isolada, embora seja bastante desejável para ele juntar-se a qualquer octeto que não seja muito hostil, ou totalmente ocupado por outros átomos, sem deixar espaço para um núcleo adicional. O efeito da mistura de cloreto de hidrogênio com água é, provavelmente, de proporcionar um aceitador de núcleo de hidrogênio, de modo que a ionização do ácido apenas envolve a transferência de um próton a partir de um octeto para outro. (LOWRY, 1923, p. 46)

Pode-se inferir, pela leitura do seu texto original, que Lowry é o pesquisador que chega mais próximo do conceito atual de Brønsted-Lowry. Em seu trabalho, além de prever a liberação de próton frente à água, ele ainda descreve o comportamento de uma base (SOUZA; ARICÓ, 2017).

Conforme citado por Souza e Aricó (2017), Lowry especifica que “a função real de uma base é de um aceitador de núcleos de hidrogênio, e um dos mais simples casos de neutralização é a aceitação de um íon de hidrogênio por uma molécula de amônia” (Figura 3). Quando o autor se refere a hidrogênio nuclear, acredita-se que indica a atividade de um próton, talvez um pouco diferente do próton descrito pela ciência atual. O autor, no resumo de seu trabalho, também faz a mesma descrição de base, com pouca diferença. Ele apresenta uma variedade de exemplos, nos quais descreve que uma base suficientemente forte não irá apenas aceitar um núcleo de hidrogênio, mas também tirá-lo de um composto, no qual ele esteja apenas fracamente ligado. Portanto, é a partir deste trabalho que a definição de aceitação ou doação de um próton para identificar uma base ou ácido se iniciou.

Figura 3 - Texto original

48 CHEMISTRY AND INDUSTRY Nov. 19, 1922

The corresponding electronic formulae for this acid is

$$\begin{array}{ccccccc} & \overset{\ominus}{\text{O}} & & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \overset{\ominus}{\text{O}} \\ & | & & | & | & | & | \\ \text{H} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{H} \\ & | & & | & | & | & | \\ & \overset{\ominus}{\text{O}} & & \text{H} & & \overset{\ominus}{\text{O}} & & \overset{\ominus}{\text{O}} & & \overset{\ominus}{\text{O}} \end{array}$$

or

$$\begin{array}{ccccccc} & \overset{\ominus}{\text{O}} & & \text{H} & & \overset{\ominus}{\text{O}} & & \overset{\ominus}{\text{O}} & & \overset{\ominus}{\text{O}} \\ & | & & | & & | & & | & & | \\ \text{H} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{H} \\ & | & & | & & | & & | & & | \\ & \overset{\ominus}{\text{O}} & & \text{H} & & \overset{\ominus}{\text{O}} & & \overset{\ominus}{\text{O}} & & \overset{\ominus}{\text{O}} \end{array}$$

where again the kernel of each positively-charged carbon atom is surrounded by a sextet instead of an octet. In this formula the two acidic hydrogen atoms are shown as occupying a symmetrical position between the two negatively-charged oxygen atoms of the carboxyl group, to which they are attracted by electrostatic forces—the "partial valencies" of Thiele. The third mobile hydrogen, to which glutaric acid owes its special properties is, however, seen to occupy a precisely similar position between two negatively charged -CH- groups, so that there is a complete analogy between the central group of the glutaric acid— $\text{HC} \begin{array}{c} \text{O} \\ \text{O} \end{array} \text{CH} \begin{array}{c} \text{O} \\ \text{O} \end{array} \text{H}$ and the carboxyl group of formic acid $\text{HC} \begin{array}{c} \text{O} \\ \text{O} \end{array} \text{H}$. Ethyl acetate contains the intermediate grouping $\text{CH}_3 \begin{array}{c} \text{O} \\ \text{O} \end{array} \text{CH}_2 \text{H}$. A similar group may perhaps exist in the amines, e.g. $\text{C}_2\text{H}_5 \begin{array}{c} \text{N} \\ \text{N} \end{array} \text{H} \text{Ag}$.

It is a remarkable fact that strong acidity is apparently developed only in mixtures and never in pure compounds. Even hydrogen chloride only becomes an acid when mixed with water. This can be explained by the extreme reluctance of a hydrogen nucleus to lead an isolated existence, although it is quite willing to attach itself to any octet that is not too unfriendly, or too fully occupied by other atoms to leave room for an additional nucleus. The effect of mixing hydrogen chloride with water is probably to provide an acceptor for the hydrogen nucleus so that the ionization of the acid only involves the transfer of a proton from one octet to another.

$$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{Cl} : \text{H} + \text{H} : \text{O} : \text{H} \rightleftharpoons \text{Cl} : | \text{H} : \text{O} : \text{H} \\ | \\ \text{or } \text{ClH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Cl}^- | \text{H}_3^+ \end{array}$$

The inclined acid is then really an inclined ammonium salt. In very much the same way nitrosulphur and the two isomeric forms of ethyl nitroacetate, which in the presence of a trace of alkali undergo isomeric change as follows

$$\begin{array}{ccc} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{NO}_2 & \rightleftharpoons & \text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2 \\ | & & | \\ \text{O} & & \text{O} \end{array}$$

$$\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5 \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{C}(\text{OH})\text{COOC}_2\text{H}_5$$

are stable compounds when carefully purified. The mobile hydrogen atom requires mobility only in the presence of a base, or other suitable catalyst, and unless this is present isomeric change does not take place.

It is commonly suggested that the alkalis or bases are as unique as the acids, and that the hydroxyl ion occupies just as peculiar a position as the hydrogen ion. This, however, is a narrow view, based on the fact that most of our chemical work is done in presence of water, if not actually in aqueous solution. The real function of a base is that of an acceptor of hydrogen nuclei, and one of the simplest cases of neutralisation is the acceptance of a hydrogen ion by a molecule of ammonia,

$$\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{NH}_4^+$$

If the base is sufficiently strong it may not merely accept the free hydrogen nuclei which have been driven away from the molecules of an acid, but it may even steal them from compounds in which they are only weakly held, e.g. from water, as in the action $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$. In this case the strength of the base is manifested by the liberation of hydroxyl ions, and can be measured by the proportion of these ions set free by each equivalent of the base. The hydroxyl ion is itself a strong base, since it is capable of accepting and retaining a very large proportion of the equivalent quantity of hydrogen ions. The combination of hydrogen with hydroxyl is, however, almost confined to aqueous solutions, whereas neutralisation by acceptance of a hydrogen nucleus may occur in any solvent in which hydrogen nuclei can be produced. In the same way the most powerful catalyst for the isomeric change of nitrosulphur is not a hydroxide, but a nitrogenous base, such as picoline dissolved in benzene. This appears to set up isomeric change by providing an acceptor for the hydrogen nucleus, which can then acquire a mobility which enables it to leave the nitrosulphur and retain its different position in the molecule.

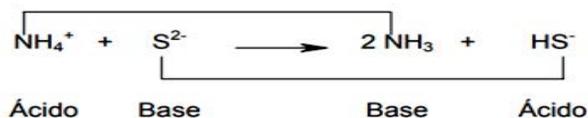
REMARKS

1. It is suggested that hydrogen is unique amongst the elements in that it is sometimes difficult to determine whether the bond by which it is attached to another atom is a covalency or an electrovalency.
2. In the case of crystals, a clear distinction can be made in view of the fact that ions held

Fonte: Lowry (1923, p. 46).

As espécies químicas que diferem uma da outra apenas pelo próton transferido são chamadas conjugadas (Figura 4), as reações ocorrem na direção da formação das espécies mais fracas, o ácido mais forte e a base mais forte reagem para formar o ácido e a base mais fracos, logo, a ênfase que a definição de Lowry coloca na competição por prótons é uma das vantagens deste contexto (AYALA, s.d.).

Figura 4 - Esquema de ácidos e bases formando seus pares conjugados



Fonte: Kasseboehmer (2012).

Como a relação História da Ciência e ensino pode ajudar na aprendizagem

A introdução da História da Ciência no ensino de Ciências pode e deve contribuir para que os alunos possam conhecer a Ciência de forma mais atrativa e, ao mesmo tempo, para que haja o interesse pelo conhecimento científico, assim como pelas discussões que giram em torno dela, notadamente, pelas redes de interesses que se estabelecem no âmbito da sociedade.

Os conteúdos ensinados em uma aula de química frequentemente enfatizam resultados – teorias e conceitos aceitos e endossado pela comunidade científica – sem, contudo, abordar aspectos importantes que permitiriam compreendê-la como um conhecimento humano passível de transformações ao longo do tempo. Entretanto, ao introduzir alguns tópicos da História da Ciência, os educadores poderiam certamente levar seus alunos a perceber que ela não está distanciada das necessidades de uma sociedade num dado período, sofrendo suas influências e, por vez, influenciando-a (SAITO; TRINDADE; BELTRAN, 2010).

Sabemos que apesar da utilização da História da Ciência apresentar algumas dificuldades, como a questão da integração de conceitos, a falta de familiaridade dos professores em formação para com textos teóricos da área específica e pedagógica, ou ainda os reducionismos de alguns materiais de divulgação científica, valer-se dela no processo de ensino e aprendizagem de conceitos científicos demonstra ser, em especial, uma forma de apresentar aos estudantes a construção do conhecimento, possibilitando uma formação reflexiva sobre a Ciência e sua interação com a sociedade (HIDALGO; LORENCINI JUNIOR, 2016).

Entendemos que fazer uso de uma abordagem, de um determinado conhecimento científico, utilizando a História da Ciência, pode

criar oportunidades para se explorar as principais características do desenvolvimento da Ciência, tais como: o processo de construção das teorias científicas pelos cientistas; o papel da comunidade científica na aceitação ou rejeição destas teorias; e o processo da troca de uma teoria por outra (MARTORANO; MARCONDES, 2012).

O ensino de química deve ir além da sala de aula, deve interdisciplinar, isto é envolver filosofia, experiências culturais anteriores, história, psicologia e sociologia, assim como admitir a relação entre o passado da química e sua relação com a cultura, colocando-a lado a lado da ciência clássica e a moderna, aproximando a vida cotidiana e a química contemporânea. Essas condutas podem fornecer condições para entender o novo e desconhecido, para utilizá-los na construção de conhecimentos mais desenvolvidos, sendo a posição histórica a base para essa construção, ao explicar a história e origem do saber químico, a História da Química contribuirá para um conhecimento culturalmente enraizado (KVALEK et al., 2015).

Diante disso, este trabalho teve como objetivo oferecer alternativas para se trabalhar o conteúdo de ácidos e bases de Thomas Martin Lowry e a História de Ciência.

Aplicação da proposta metodológica

A pesquisa que realizamos é de natureza qualitativa, que se define “pela negação de premissas fundamentais do modo de interpretar o fenômeno social, a prática humana” (FARIAS et al., 2011, p. 62). Nesse caso, não buscamos dados envolvendo quantidade, pelo contrário, tentamos recolher dados para poder perceber melhor a questão em pesquisa e assim buscar somar novos estudos para a temática abordada, dessa forma, o estudo realizado terá interesse acadêmico, profissional e social, fazendo uma análise descritiva, explicativa e observacional, assim, de acordo com a fala dos alunos será feita uma reflexão em relação ao referencial teórico.

Participaram da pesquisa 25 alunos do 1º ano do ensino médio, localizada no município de Santo Antônio do Tauá-PA, no segundo semestre de 2019. O método de pesquisa selecionado foi o estudo de caso, que se caracteriza como um método de investigação empírica de

um fenômeno contemporâneo dentro do contexto da vida real. Seu uso é indicado quando a atenção do pesquisador recai sobre elementos contextuais, “quando se colocam questões do tipo como e por que” (YIN, 2001, p. 19).

Nesse sentido, o “estudo de caso vem sendo uma estratégia comum de pesquisa na psicologia, na sociologia, nas ciências políticas, na administração e no planejamento” (YIN, 1983 apud YIN, 2001, p. 21).

Primeiramente, foi ministrada uma aula teórica sobre ácidos e bases de Lowry, utilizando como suporte um slide, apresentando pausadamente a vida do cientista, para que se pudesse discutir os passos do cientista; após, adentrou-se na teoria a fim de desenvolver a aula utilizando como suporte a História da Ciência. Ademais, foi elaborado um questionário com 3 perguntas simples e discursivas, cujo objetivo é possibilitar a expressão livre dos alunos.

As respostas foram agrupadas de acordo com as características de semelhança e analisadas segundo categorias que apareceram posteriormente à leitura de todos os questionários. No instrumento constavam as seguintes questões, todas com espaço para possíveis justificativas: *1^ª Questão: Você acredita que o estudo da História da Ciência auxiliou no seu aprendizado do conteúdo de ácidos e bases de Lowry? Justifique sua resposta;* *2^a Questão: Você gostou da metodologia aplicada para a compreensão de ácidos e bases? Justifique sua resposta;* e *3^a Questão: Você sabe o que é um ácido e uma base conjugada de Lowry?*

Na tentativa de melhor visualizar os dados obtidos, a seguir, analisamos, sob o aspecto subjetivo, as diferentes discussões que cada pergunta subsidiou. Vale lembrar que os alunos participantes da pesquisa foram avisados de que suas identidades seriam preservadas e que a atividade, além de não obrigatória, não seria computada como instrumento avaliativo.

Resultados e Discussão

A Química ainda é vista como uma ciência de difícil compreensão pela maioria das pessoas. Um dos motivos que justificam este pensamento é a forma meramente propedêutica usada para ensinar os conteúdos desta disciplina aos alunos, de maneira descontextualizada e fragmen-

tada, tornando-a distante do cotidiano (BOUZON et al., 2018). Diante disso, busca-se estratégias facilitadoras para o ensino e aprendizagem de química, contudo, “Não se trata de ‘juntar’ história da ciência e ensino. A construção de interfaces entre esses campos é necessária para dar suporte a propostas de ensino” (BELTRAN; TRINDADE, 2017, p. 95).

Sendo assim, é necessário buscar alternativas para tornar o conteúdo mais prazeroso e significativo, tornando o aluno ativo dentro e fora da sala de aula. Com a inclusão da História da Ciência para ensinar os conteúdos de ácidos e bases de Lowry, observou-se uma evolução bastante significativa da compreensão do conteúdo. A partir das respostas dos estudantes nos questionários, foi possível observar o quão favorável é para a educação a introdução do ensino de História da Ciência, como relatou o seguinte aluno:

Sim, porque a história da Ciência me ajudou a entender o que foi que Lowry estava pesquisando e também toda dedicação de sua vida nessa pesquisa e o quanto ela é importante hoje” (Aluno A).

Com base na resposta do aluno A, ressaltamos que é de suma importância a correlação do conteúdo ministrado em sala de aula com a história, mostrando que essa relação auxilia e humaniza a Ciência, de modo a melhorar o ensino e a aprendizagem dele. Essa ideia é reiterada por um segundo aluno, que enfatiza como a História da Ciência auxilia nesse ensino, partindo do princípio de que o ensino de química e a sua história devem caminhar juntos:

Sim, porque assim nos conseguimos entender como foi que a teoria foi desenvolvida e por tudo que o cientista passou e principalmente que ele teve uma história e que lutou chegar onde queria e deixar para nos a teoria que temos hoje, facilitando a compreensão do conteúdo. (Aluno B).

Tais respostas corroboram o exposto por Kavalek et al. (2015, p. 3), ao destacarem que:

Para uma contribuição mais significativa na formação do discente, o ensino de química nas escolas

deve abordar não só o que a ciência em questão conhece, mas também, como se chegou ao conhecimento em questão: época, contexto social, moral, cultural e quais os envolvidos. Sob essa perspectiva, as interações entre ciência, tecnologia e sociedade são mais salientes, capacitando os estudantes a avaliarem a legitimidade das teorias e contribuir para o desenvolvimento de pessoas que reflitam, critiquem, que caminhem para o progresso e modificação da sociedade.

Quando questionados sobre a relação entre o ensino de ácidos e bases de Lowry e o material didático utilizado para a compreensão mais sucinta do conteúdo, os alunos demonstraram positividade quanto à metodologia desenvolvida, afirmando que tal metodologia auxilia na aprendizagem, como afirma o aluno C:

Achei bem legal, porque consegui entender melhor, já tiveram momentos pausados para discussão, então tive que pensar e muito para entender o cientista (Aluno C).

A estratégia de utilizar metodologias diferenciadas para o ensino de química é fundamental para o desenvolvimento cognitivo do aluno. Por exemplo, a discussão em grupo tem a capacidade de estimular a curiosidade, a iniciativa de participação e a autoconfiança do aluno, como também aprimorar o desenvolvimento de habilidades linguísticas, mentais e de concentração, fomentando interações sociais e trabalho em equipe (VIGOTSKY, 1989).

Ainda sobre a 2ª questão, observou-se que a interação entre conteúdo abordado e a metodologia escolhida é favorável para o desenvolvimento de construção de conhecimento e compreensão do conteúdo, como afirma o aluno E:

A metodologia me clareou a mente, porque fez eu entender melhor sobre a vida de Lowry e os conceitos de ácidos e bases porque teve a discussão em sala e na teoria eu tive que pensar em como essa ocorre (Aluno E).

A História da Ciência possui um papel significativo para a compreensão dos conteúdos da disciplina Química ministrada no Ensino Médio, uma vez que, atualmente, discute-se muito a relevância de sua utilização no ensino de Ciências, com isso, é importante levar essa discussão para a sala de aula, com o intuito de facilitar a aprendizagem do aluno (REIS; SILVA; BUZA, 2012). Observa-se também que fazer a interligação entre o conteúdo ministrado e a metodologia selecionada proporciona benefícios para os alunos em sua aprendizagem.

O conteúdo de ácidos e bases de Lowry é muitas vezes confundido com outras teorias de ácidos e bases, como, por exemplo, a teoria de Arrhenius, por isso, os participantes foram questionados sobre o conteúdo ministrado para observar se este realmente foi compreendido, as respostas dos alunos salientaram que a utilização de História da Ciência para a fixação do conteúdo se fez válida, tal afirmação pode ser observada nas respostas dos alunos F e G:

Ácidos e bases conjugados são os produtos da reação entre um ácido e uma base, tipo assim, o ácido doa protons e deixa a sua base conjulgada e a base recebe protons deixando em seu produto um ácido conjulgado (Aluno F).

Base conjulgada é porque o ácido doou um proton para ela e ácido conjulgado é porque esse dou um proton para a base (Aluno G).

Furió-Más et al. (2007) argumentam que os estudantes normalmente confundem a substância ácida com a partícula ou molécula, embaralhando os níveis macro e submicro, assim como compreendem a teoria de Brønsted-Lowry como uma versão ampliada da teoria de Arrhenius. As dificuldades conceituais, entretanto, não são somente encontradas entre estudantes e professores, mas também nos livros didáticos (SOUZA; ARICÓ, 2017; FURIÓ-MÁS et al., 2005).

No entanto, observamos que os alunos conseguiram compreender a teoria e desenvolveram uma aprendizagem significativa, demonstrando que ensinar conteúdo de química por intermédio de recursos didáticos, como a História da Ciência, pode facilitar a aprendizagem deles.

Considerações finais

O ensino de Química através de História da Ciência ajuda o aluno a desenvolver seu raciocínio lógico e racional, facilitando o desenvolvimento de seu pensamento crítico para os fatos do cotidiano e, até mesmo, a resolução dos problemas práticos. A História da Ciência pressupõe a participação ativa do aluno no processo de aprendizagem, pois está utilizando a história para discorrer os fatos, seus processos de transformação e desenvolvimento.

Com auxílio das atividades experimentais e o ensino de História da Ciência, a aprendizagem dos conteúdos de química pode se relacionar às ações que os alunos realizam diretamente, como os objetivos, os materiais e os seres vivos, procurando caracterizá-los ou buscando perceber suas transformações.

Sendo assim, a História da Ciência diversifica as aulas, torna o ensino mais dinâmico e prazeroso, permite que os alunos observem diretamente o percurso do cientista e torna a Ciência mais humanizada, enfim, proporciona um contato mais palpável com a Ciência, com o conteúdo estudado e, conseqüentemente, que o aluno seja capaz de construir seu conhecimento de forma crítica e mais significativa.

Referências

AYALA, J.D. Definições de Ácidos e Bases. Departamento de Química, UFMG, s.d.

ALLSOP, C. B.; WATERS; W. A. Thomas Martin Lowry. *In*: FINDLAY, A.; MILLS, W.H. (ed.) **British Chemists**. London: Chemical Society, 1947. p. 402-428

BELTRAN, M. H. R; TRINDADE, L. S. P. História da Ciência e ensino: Abordagens interdisciplinares. Livraria da Física. São Paulo. Ed. 1, 2017.

BOUZON, J.D. et al. O ensino de Química no ensino CTS Brasileiro: uma revisão bibliográfica de publicações em periódicos. **Química -Nova na Escola**, v. 40, n. 3, p. 1-12, ago. 2018.

EDUCABRAS. Teoria ácido-base de Bronsted-Lowry e Lewis. Consultado em 26/10/2019 às 23:10. Disponível na internet: <https://www.educabras.com/vestibular/materia/quimica/aulas/teoriasacidodebrnstedlowryelewis>

FARIAS, S. H; FONTELLES, M. J; SIMÕES, M. G; FONTELLES, R.G.S. Metodologia da pesquisa científica: diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa. Biblioteca virtual. pag. 10. 2011.

FURIÓ-MÁS, C.; CALATAYUD, M.-L. e BÁRCENAS, S.L. Surveying students' conceptual and procedural knowledge of acid-base behavior of substances. *Journal of Chemical Education*, v. 84, n. 10, p. 1717-1724, 2007.

FURIÓ-MÁS, C.; CALATAYUD, M.L.; GUIASOLA, J.; C. FURIÓ-GÓMEZ. How are the concepts and theories of acid-base reactions presented? Chemistry in textbooks and as presented by teachers. *International Journal of Science Education*, 27, 11, 1337-1358, 2005.

KALAVEK, D.S. et al. Filosofia e história da química para educadores em química. **História da Ciência e ensino**, v. 12, 2015.

HIDALGO, M.R; LORENCINI JUNIOR, A. Reflexões sobre a inserção da História e Filosofia da Ciência no ensino de Ciências. **História da Ciência e Ensino**, v. 14, p. 19-38, 2016.

INFOPÉDIA. *Martin Lowry*. Porto: Porto Editora, 2019. Disponível em: <[https://www.infopedia.pt/apoio/artigos/\\$martin-lowry](https://www.infopedia.pt/apoio/artigos/$martin-lowry)>. Acesso em: 26 out. 2019

JENSEN, W.B. History and the teaching of chemistry. A tribute to Thomas Lowry's text book "Historical Introduction to Chemistry". **Educación Química**, v. 27, n. 3, p. 175-181, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eq.2016.05.001>

LOWRY, T. M. The uniqueness of hydrogen. **Journal of the Society of Chemical Industry**, 1923. <https://doi.org/10.1002/jctb.5000420302>

MARTORANO, S.A.A; MARCONDES, M.E.R. Investigando as ideias e dificuldades dos professores de química do ensino médio na abordagem da história da química. **História da Ciência e ensino**, v. 6, p. 16-31, 2012.

REIS, A. S; SILVA, M. D.B.S; BUZA, R.G.C. O uso da história da ciência como estratégia metodológica para a aprendizagem do ensino de química e biologia na visão dos professores do ensino médio, **História da Ciência e Ensino**, v. 5, p. 1-12, 2012.

SAITO, F.; TRINDADE, L.S.P.; BELTRAN, M.H.R. História da Ciência e Ensino: ações e reflexões na construção de interfaces. *In: XV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (XV ENEQ)*. Brasília. **Anais...** 2010.

SóQ. “Lowry”. *Virtuous Tecnologia da Informação*. 2008-2019. . Disponível em: <<https://www.soq.com.br/bibliografias/lowry/>> Acesso em: 16 out. 2019

SOUZA, F.M; ARICÓ, E. M. Mapa cronológico de evolução das definições de ácido base: um potencial material de apoio didático para contextualização histórica no ensino de Química. **Educación Química**, v. 28, n. 1, p. 2-10, jan. 2017,

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

YIN, R.K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman, 2001.

A INSERÇÃO DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE TERMODINÂMICA

Abraão Cardoso Moraes

André Silva dos Reis

Cássia de Paula Freitas da Silva

Maria Dulcimar de Brito Silva

Considerações iniciais

A Termodinâmica é o ramo da ciência que estuda a transformação e/ou transferência de energia calorífica em energia mecânica. Atualmente, as bases desse ramo já estão firmadas, contudo, as dúvidas e questionamentos por parte dos cientistas sobre determinados fenômenos, que ocorriam ligados ao contexto de uma dada época, motivaram inúmeras pesquisas. Houve vários cientistas que contribuíram grandemente para que a Termodinâmica pudesse se erguer de forma efetiva, como Willian Thompson, Carnot, Rudolf Clausius etc., sendo que este último definiu as duas Leis da Termodinâmica (MUSSI, s.d.). Neste cenário surge Josiah Willard Gibbs, um brilhante e notável físico-matemático americano, que rompe com os paradigmas de sua época, realizando estudos que, posteriormente, fortaleceram ainda mais a Termodinâmica (MUSSI, s.d.).

Caba salientar que a Termodinâmica não se detém ao campo da Física, mas também a Química de forma completa, conforme destacam Sabadini e Bianchi (2007, p. 10):

Conceitos derivados da termodinâmica, como o de que os sistemas se transformam procurando situações mais estáveis e a de que a energia se conserva nas transformações, parecem ser bem difundidos entre os estudantes. Considerando a universalidade da termodinâmica, podem-se analisar transformações naturais como, por exemplo, a queda d'água em uma cachoeira ou a descarga elétrica que ocorre em um relâmpago.

A Termodinâmica é bastante estudada por estudantes do Ensino Básico, mais especificamente, no Ensino Médio nas aulas de Física. Em

sala de aula, costuma-se ensinar apenas os seus conceitos básicos, as duas Leis da Termodinâmica, gráficos e fórmulas dos cientistas antes de Gibbs, por conseguinte, os cálculos realizados por Gibbs não são vistos nem estudados, privando os alunos de conhecer as contribuições feitas por Gibbs para solucionar muitos problemas em equilíbrio químico e na área da eletroquímica. Por isso, é necessário ensinar seus trabalhos, inserindo-os como componente curricular, pois, a Ciência não é algo fecha entre parâmetros estabelecidos, ela é, sobretudo, um conjunto de conhecimentos interligados.

Para isso, é imprescindível o uso da História da Ciência como metodologia propiciadora para a apresentação de novos conceitos, pois, ela pode ser utilizada como ferramenta de ensino de química, conforme Schnetzler (2008, p. 23 apud BELTRAN, 2013, p. 72):

A identidade dessa nova área de investigação é marcada pela especificidade do conhecimento químico, que está na raiz dos problemas de ensino e aprendizagem investigados. Seu propósito central é o de investigar processos que melhor deem conta de reelaborações conceituais necessárias ao ensino daquele conhecimento em contextos escolares determinados. Isso significa que o Ensino de Química implica a transformação do conhecimento químico em conhecimento escolar, configurando a necessidade de criação de um novo campo de estudo e investigação, no qual questões centrais sobre o que, como e porque ensinar Química constituem o cerne das pesquisas.

A História da Ciência é uma metodologia inovadora capaz de situar o aluno em diversos contextos e despertar o interesse pelas ciências. Nesse sentido, o presente capítulo pretende demonstrar a relação existente entre a dependência do Equilíbrio Químico de uma reação química e a Termodinâmica, por meio da História da Ciência e da experimentação.

A Termoquímica e Gibbs

Ensinar Química de forma puramente química e com conceitos superficiais pode causar erros de interpretação nos alunos. Segundo Sa-

badini e Bianchi (2007), o ensino de equilíbrio químico é confuso quando não se aborda os conceitos das leis da termodinâmica, os quais são fundamentais para que o equilíbrio químico seja atingido, bem como, um conceito de equilíbrio químico mais abrangente. Os autores ainda pontuam que esse contexto pode ser ensinado a partir de exemplos simples, como uma cachoeira e/ou uma descarga elétrica na busca pelo equilíbrio.

Da mesma forma, uma reação química ocorre por existir diferença no potencial químico entre reagentes e produtos. A reação química, como qualquer outra transformação, espontaneamente ocorre em um dado sentido e, macroscopicamente, cessa quando o sistema entrar em equilíbrio. (SABADINI; BIANCHI, 2007, p. 11)

Essa já é uma carga conceitual muito valiosa e norteadora para ser trabalhada com os alunos, pois, parte de algo comum do cotidiano para uma problematização. Partindo desse ponto, é necessário ter conhecimento das leis da termodinâmica, sobretudo, a segunda lei da termodinâmica e o seu conceito de entropia. Para uma abordagem mais simples, pode-se dizer que: “A entropia é, de certa forma, uma medida do número de estados possíveis que um determinado sistema pode atingir” (SABADINI; BIANCHI, 2007, p. 11). Quanto maior o número de estados possíveis de um determinado sistema, maior será a sua entropia.

Desta forma, os sistemas mais energéticos possuem maior entropia, devido ao grau de agitação das moléculas ser maior que seu estado inicial. Todavia, naturalmente as substâncias possuem baixa entropia, porque buscam o estado de maior estabilidade e menor energia. Consequentemente, as reações químicas ocorrem liberando a energia livre que possuem para que o equilíbrio químico seja atingido. Para Sabadini e Bianchi (2007), essa energia livre é considerada a “energia química excedente”, que é liberada após quebras e formação de novas ligações químicas.

Essa conclusão só foi possível com base em pesquisas de vários cientistas que contribuíram para determinação das bases da Termodinâmica, todavia, o termo “energia livre” é atribuído a Josiah Willard Gibbs, que contribuiu bastante para desenvolvimento da Termodinâmica Química e da Termodinâmica ligada a outras ciências.

Em 11 de fevereiro de 1839, Gibbs nasceu em New Haven, estado de Connecticut nos Estados Unidos da América, Filho de Josiah Willard Gibbs e Mary Anna Van Cleve Gibbs. Graduou-se em Yale, em 1858, e continuou seus estudos como estudante de engenharia. Após três anos trabalhando como tutor na Faculdade de Yale, viajou para a Europa, onde estudou matemática e física, o que lhe possibilitou a base para sua carreira como físico-matemático.

Gibbs retornou para New Haven em 1869 e, em 1871, começou a trabalhar em Yale como professor de física e matemática, o que garantiu seus primeiros estudos em Termodinâmica e suas posteriores publicações. Gibbs recebeu uma proposta de trabalho na Universidade de Johns Hopkins, em Baltimore, contudo, Yale passou a lhe pagar um salário para que permanecesse na universidade, o que não fazia nos primeiros nove anos de sua carreira. Gibbs não se afastou de Yale até sua morte em 1903.

Sua primeira contribuição para a Termodinâmica surgiu após uma inquietação. Com o seu retorno da Europa, Gibbs decidiu melhorar um condutor de vapor de Watt, pois, possuía domínio na área da engenharia e da matemática, construindo gráficos e cálculos diferenciados, com uma linguagem extremamente restrita. Como não obteve resultados satisfatórios, surgiu seu interesse pela Termodinâmica. Foi contemporâneo a grandes cientistas da Termodinâmica da época, como Carnot, Rudolf Clausius, Lord Kelvin, entre outros. Nesse período, a Termodinâmica ainda não possuía postulados e leis definidos, entretanto, vinha crescendo e firmando suas bases. Em 1865, as duas leis da Termodinâmica foram definidas graças aos trabalhos de Rudolf Clausius e seus antecessores.

Nesse contexto, Gibbs publicou seu primeiro trabalho em Termodinâmica, intitulado de “Métodos Gráficos na Termodinâmica de Fluidos”, em que tratou do conceito de entropia e relacionou as variáveis de um sistema como a temperatura, pressão, volume, energia interna e entropia, em uma equação fundamental para ele – apresentada a seguir – e que serviu para seus posteriores trabalhos:

$$dU = T.dS - P.dV$$

Sua habilidade com gráficos era incomum, sendo seu segundo trabalho em Termodinâmica pautado na análise gráfica para três dimensões de uma substância pura. Sua escrita era tão restrita, que enviou cópias de suas publicações para leitores potenciais como Maxwell e outros cientistas. Maxwell concordou com suas publicações e logo ajudou a divulgar os trabalhos de Gibbs.

Gibbs desenvolveu suas pesquisas tão rapidamente, que ultrapassou os estudos de Maxwell sobre misturas heterogêneas após ter lido a segunda publicação de Gibbs. Em sua terceira publicação em Termodinâmica, Gibbs continuou a estudar os sistemas em equilíbrio, contudo, em sistemas heterogêneos e suas particularidades envolvendo fenômenos diversos; intitulou seu trabalho como “Sobre Equilíbrio de Substâncias Heterogêneas”. Estes fenômenos envolviam eletromagnetismo, eletroquímica, química, física e outros. O equilíbrio termodinâmico passou a ser mais conhecido a partir de seus trabalhos e da grande divulgação feita por Maxwell.

Pela grande proximidade com Maxwell, Gibbs também desenvolveu estudos nas áreas de atuação de seu contemporâneo, isto é, em óptica, eletricidade e magnetismo, como também em eletromagnetismo. Sua última grande publicação antes de morrer foi em Mecânica Estatística, desenvolvendo um estudo físico-matemático para sistemas físicos, o qual foi intitulado de “Princípios elementares em mecânica estatística desenvolvido com referência especial para fundamentos racionais em Termodinâmica”. Gibbs viveu com suas duas irmãs e nunca se casou (MUSSI, s.d.).

Aplicação da História da Ciência

Segundo Beltran (2013), a interdisciplinaridade entre os tipos de conhecimento é um meio eficaz para diminuir a complexidade existente nos conteúdos estudados atualmente. Há muito tempo vem sendo discutindo um ensino mais contextualizado, que proporcione ao aluno debater aspectos socioculturais presentes no período vivido pelo cientista. Tal metodologia objetiva contribuir para formar a cidadania no aluno, pois, aborda um cientista mais humano, mostrando seus erros antes dos acertos, suas inquietações, os problemas envolvidos em suas

pesquisas, suas descobertas envolvendo diversas áreas do conhecimento e não apenas aquela tratada nos livros didáticos.

Existe uma proximidade entre História da Ciência e ensino de Química que visa dar mais clareza e profundidade à Ciência, expondo o seu papel como grande contribuidora para o ensino (BELTRAN, 2013). Esse deve ser o papel da História da Ciência para os alunos, conscientizá-los de um passado importante para o presente, evidenciando os problemas existentes para a evolução do conhecimento científico, ofertando mais identidade e auxiliando na formação de novos conceitos (BELTRAN, 2013).

Tais ideias entram em consonância com as de Duarte et al. (2010), que pontuam a possibilidade da curiosidade em saber como o conhecimento científico atingiu as bases existentes e sua influência sobre o mundo contemporâneo. O fato descrito aponta para um ensino mais atraente e interessante para os alunos, mostrando a outra face das ciências (DUARTE et al., 2010).

Discussões mais recorrentes sobre a inserção da experimentação aliada à História da Ciência estão atualmente em pauta. Incentiva-se o professor a buscar pelo entendimento e compreensão da história para o ensino referenciado ao tema em questão (SILVA, 2013). A proposta de se analisar a história por trás do objeto de estudo serve como meio de contextualização e construção de um novo conhecimento (SILVA, 2013). É um novo olhar para o ensino, um ensino mais humanizado e extremamente relevante para o aluno, que busca um diálogo entre o aluno e o professor, tornando-os mais críticos às vivências em sala de aula (SOUSA; BEZERRA; BEM, 2015).

Esta abordagem tem como finalidade a construção de um conhecimento científico mais consistente e atrativo, que insere os alunos no contexto científico, visto que rotineiramente são apresentados a um saber científico distante e cheio de termos difíceis (SOUSA; BEZERRA; BEM, 2015). A quebra de paradigmas relacionados ao “fazer ciência” é essencial para o ensino, porque demonstra a descontinuidade que a Ciência tem no decorrer do tempo. Não se deve tratar apenas de estudar história pela história, mas de analisar e investigar os caminhos percorridos pelos cientistas, relacionar com o conteúdo, deparar-se com os

fenômenos observados nos experimentos e buscar respostas racionais para eles (SOUSA; BEZERRA; BEM, 2015).

Os processos de construção da Ciência não são fixos nem lineares, visto que partem de inquietações que procuram entender o funcionamento da natureza e da sociedade, e são essas inquietações que deveriam também fomentar o ensinar de ciências, ao utilizar um experimento, ao abordar História da Ciência (SILVA, 2013).

Aplicação da proposta metodológica

O presente estudo foi uma pesquisa de caráter qualitativo sobre o conteúdo de equilíbrio químico, utilizando alguns conceitos da Termodinâmica. A pesquisa foi realizada em formato de oficina no Centro de Ciências e Planetário do Pará, com a participação de 12 graduandos do curso de Licenciatura em Ciências Naturais com Habilitação em Química da Universidade do Estado do Pará, para apresentar os conceitos e/ou relembrá-los, caso já tenham estudado antes, optando por uma abordagem da História da Ciência.

Inicialmente, os graduandos tomaram conhecimento de quem foi Josiah Willard Gibbs, suas contribuições para solidificação dos conhecimentos da Química e da Termodinâmica, com ênfase no desenvolvimento da Termodinâmica Química.

No segundo momento, os graduandos realizaram um experimento relativo ao assunto, o qual foi denominado “garrafa azul”, em que se produziu uma solução de 125 mL de hidróxido de sódio e outra de 125 mL de glicose (dextrose), as quais foram adicionadas a um recipiente. Em seguida foi adicionado 3 mL de azul de metileno, e agitado vigorosamente.

No terceiro momento analisou a prática realizada para o experimento e a formalidade dos cálculos para determinação de suas variáveis.

Para a realização da oficina, foram utilizados como recursos quadro branco magnético, Datashow, pincel atômico e os materiais para o experimento. Ao final, os graduandos responderam a um questionário com perguntas sobre a metodologia utilizada e sua eficácia na aprendizagem. Por fim, os dados coletados nos questionários foram sistematizados e analisados para discussão.

Resultados e Discussão

História da Ciência e o Ensino de Química

A abordagem da História da Ciência dentro de sala de aula como introdução a qualquer conteúdo de Química foi um meio facilitador para compreensão dos assuntos e fortalecedora de novos conceitos, conforme destacam os graduandos “B” e “E”:

É sim um meio facilitador para o ensino (ALUNO B).

Demonstrou dar mais clareza para o ensino (ALUNO E).

De acordo com Duarte et al. (2010), a introdução da aula com essa abordagem desperta no aluno o senso crítico em torno da Ciência, deixando-a mais atrativa e permitindo uma nova perspectiva para o ensino. Esta nova apresentação da temática em sala de aula já demonstrou ser eficaz no ensino e aprendizagem da Química, visto que busca transformar o aluno em um protagonista no processo de ensino (BELTRAN, 2013).

História da Ciência e a experimentação

Outro aspecto importante a ser ressaltado diz respeito à relação da História da Ciência e experimentação, que constitui uma base forte para a aprendizagem dos alunos, como se nota nas respostas os graduandos “B” e “H”:

É de suma importância este elo de ligação entre o teórico e o prático, haja vista, que contribui para a compreensão mais clara do conteúdo (ALUNO B).

A experimentação é fundamental para entendermos o conteúdo teórico (ALUNO H).

Para Silva (2013), o uso da experimentação aliada à História da Ciência coloca o aluno em uma situação de investigação e proposição de teorias acerca do ocorrido durante a experimentação. Silva (2013) pontua que tal abordagem envolve o aluno no processo da construção de novos conceitos e evolução cognitiva, contudo, se não for bem direcionada, passará a ser apenas mais um passatempo sem relevância. A

investigação científica por parte dos alunos irá criar um despertar e aprimoração dos seus conhecimentos prévios, valorizando-os como base para percepção dos fenômenos observados tanto em sala de aula quanto aqueles que os cercam no cotidiano.

Integração da Termodinâmica ao equilíbrio químico

No que concerne à introdução de novos conceitos e conhecimentos equilíbrio químico, a partir da contextualização do conteúdo, há um melhor entendimento das problemáticas envolvidas, o que pode ser percebido nas respostas dos graduandos “G” e “H”:

Foi de forma facilitada, bem como a abordagem durante a apresentação (ALUNO G).

Conhecendo um pouco mais sobre a História da Ciência e atrelar isto a experimentação, facilita muito mais o entendimento e integração desses dois (ALUNO H).

Segundo Sabadini e Bianchi (2007), os modos adotados nos livros-textos e pelos professores para o ensino de equilíbrio químico parecem não apresentar adequadamente a natureza da transformação química até o estado de equilíbrio químico. O real estado de equilíbrio químico é atingido não somente quando as velocidades das reações diretas e inversas se igualam entre si, surgindo então uma constante de proporção entre os reagentes e produtos, mas se dá pela reação química ser regida pelas leis da Termodinâmica e sendo direcionada para um maior grau de estabilidade energética, entalpia e entrópica (SABADINI; BIANCHI, 2007).

Considerações finais

Ensinar Química pelo ponto de vista da História da Ciência humaniza os cientistas, bem como, suas descobertas e inovações. A História da Ciência tem sido determinante para uma aprendizagem mais contextualizada e crítica, buscando uma interpretação mais profunda da Ciência e tornando o aluno mais ativo no processo de ensino-aprendizagem. A compreensão dos fatos que levaram a construção do conhecimento científico propicia um ensino mais amplo e facilitador para entendimento de conceitos que serão trabalhados nos futuros níveis de ensino.

Aliar o ensino à experimentação também é capaz de motivar o aluno na busca por respostas dos fenômenos observados e fomentá-lo a usar os conceitos que ele já possui, através disto, novos conceitos serão formados e a capacidade de raciocínio será aumentada. A experimentação deve ser trabalhada de forma minuciosa para que seus objetivos sejam alcançados e os alunos possam se tornar ativos e independentes dentro da sociedade.

Trabalhar o ensino de equilíbrio químico utilizando a História da Ciência e a experimentação dá um sentido mais amplo ao equilíbrio químico e torna seu ensino mais completo, preenchendo lacunas conceituais que se formam no decorrer da vida do aluno.

Referências

BELTRAN, M.H.R. História da Química e Ensino: estabelecendo interfaces entre campos interdisciplinares. **Abakós**, v. 1, n. 2, p. 67-77, mai. 2013. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/abakos/article/download/P.23169451.2013v1n2p67/5324>. Acesso em: 04 out. 2017.

DUARTE, C.B. et al. A importância da História da Ciência na perspectiva de alunos do Ensino Médio: a investigação em uma escola no Pontal do Triângulo Mineiro. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA – ENEQ - A formação do professor de Química e os desafios da sala de aula, 15., 2010, Brasília. **Anais...** Sociedade Brasileira de Química, 2010. Disponível em: <http://www.s bq.org.br/eneq/ xv/resumos/R1109-1.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2017.

MUSSI, R.G.S. Gibbs, Josiah Willard (1839-1903). In: Fem. unicamp. Campinas, s.d. Disponível em: <http://www.fem.unicamp.br/~em313/paginas/person/gibbs.htm>. Acesso em: 07 fev. 2018.

SABADINI, E.; BIANCHI, J.C.A. Ensino do conceito de equilíbrio químico: uma breve reflexão. **Química Nova na Escola**, n. 25, p. 10-13, mai. 2007. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc25/ccd02.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2018.

SILVA, G.R. História da Ciência e experimentação: perspectivas de uma abordagem para os anos iniciais do Ensino Fundamental. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 6, n. 1, p. 121-132, jan./jun. 2013. Disponível em: https://www.sbhc.org.br/arquivo/download?ID_ARQUIVO=1005. Acesso em: 05 jul. 2018.

SOUSA, M.A.S.; BEZERRA, F.A.S.; BEM, G.M. Experimentação à luz da História e Filosofia da Ciência: perspectivas para a educação básica na contemporaneidade. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO – CONEDU, 2, 2015, Campina Grande. **Anais...** Editora Realize, 2015. Disponível em: http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV045_MD1_SA18_ID2883_29062015224513.pdf. Acesso em: 02 out. 2019.

O PAPEL DA HISTÓRIA NO ESTUDO DE ÁCIDOS E BASES: A CONCEPÇÃO DE SVANTE AUGUST ARRHENIUS

Inara Larissa dos Santos Vasconcelos

André Silva dos Reis

Cássia de Paula Freitas da Silva

Maria Dulcimar de Brito Silva

Considerações iniciais

A Química é uma ciência natural que estuda as propriedades, transformações e o comportamento da matéria. Por meio dessa ciência, essas características podem ser compreendidas em termos de átomos e suas respectivas combinações (BROWN; LEMAY; BURSTEN, 2005). O entendimento dessa ciência interligada à História da Ciência é um excelente recurso pedagógico para promover de fato a educação científica, uma vez que a História da Ciência estuda o processo de formação do conhecimento de uma época dentro do seu próprio contexto, tendo como objeto de estudo não apenas o que atualmente é admitido como Ciência, mas também o que em determinado âmbito e de alguma maneira foi proposto ou aceito como isto. Considerando esse viés, aborda-se a teoria de Ácidos e Bases apoiada nos trabalhos de Svante August Arrhenius, a fim de compreender a sua aplicabilidade científica e a importância histórica para a sociedade.

Em 1884, o químico sueco Svante August Arrhenius propôs a teoria de ácidos e bases. Para Arrhenius, toda substância, quando dissolvida em água, libera o íon H^+ como único cátion, sendo classificada como ácido (o ânion varia de ácido para ácido). De forma análoga, uma base é toda substância que, em meio aquoso, origina o íon OH^- como único ânion (o cátion varia de base para base) (PERUZZO; LEITE, 2003). Os ácidos e bases apresentam determinadas características que podem ser observadas através de operações experimentais: os ácidos apresentam sabor azedo, já as bases apresentam sabor amargo e aspecto adstringente. A identificação de um ácido e/ou de uma base pode ser feita por meio dos indicadores ácido-base, cujas substâncias, ao entram em contato com ácidos e bases, mudam a sua coloração, como, por

exemplo, a fenolftaleína – que em contato com um ácido permanece transparente e ao entrar em contato com uma base fica cor de rosa.

A abordagem do conteúdo de ácidos e bases em âmbito escolar tem-se restringido, principalmente, à definição de teorias e leis, resultando em uma aprendizagem altamente motora e descontextualizada, o que torna, no geral, o estudo da Química algo desmotivador e enfadonho para os alunos. Diante disso, é evidente que o ensino da Ciência tem sido voltado apenas para a memorização e não para um processo de construção, de integração com as demais ciências e com as necessidades cotidianas do alunado (NEVES, 1998). Portanto, a inserção da História da Ciência no ensino de Química faz-se importante para possibilitar uma compreensão mais sistemática e relevante de conteúdos químicos, como a teoria de ácidos e bases de Arrhenius, revelando seu excelente potencial didático.

Portanto, buscou-se por meio desta pesquisa avaliar o papel da História da Ciência no estudo da teoria de ácidos e bases de Arrhenius através de uma oficina desenvolvida para uma turma de 1º ano de Ensino Médio.

Aplicação da proposta metodológica

A fim de verificar se para alunos do 1º ano do ensino médio é importante a História da Ciência para o entendimento da teoria de Ácidos e Bases de Arrhenius, desenvolveu-se uma atividade com o seguinte título: “A importância da História da Ciência no estudo de ácidos e bases: a concepção de Svante August Arrhenius”. Participaram da atividade 25 estudantes de uma turma de 1º ano do Ensino Médio da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Professor Joaquim Viana.

Para a realização da oficina, foram utilizados computador e data show como recursos tecnológicos para a exibição do material midiático. Para, realização da parte experimental da oficina, utilizou-se algumas vidrarias e reagentes (béquer, erlenmeyer, espátula, bastão; água destilada, hidróxido de sódio e fenolftaleína).

Organizou-se a oficina em três momentos: no primeiro momento, discorreu-se sobre a história de Svante August Arrhenius, abordando suas principais contribuições para o desenvolvimento da Química e

ênfatizando a sua teoria de ácidos e bases. Em um segundo momento, apresentou-se aos alunos os indicadores ácido-base, destacando os que são frequentemente utilizados em ambiente de laboratório. Ao final da exposição teórica, os alunos foram submetidos à realização de um experimento de indicadores ácido-base, no qual, além dos reagentes químicos, foram utilizados materiais alternativos (copo de vidro, canudinhos de plástico), tendo como objetivo exemplificar a teoria de Arrhenius e demonstrar a presença de ácidos e bases no cotidiano. No terceiro momento, após o desenvolvimento da temática em questão, aplicou-se um questionário contendo cinco perguntas qualitativas acerca da temática abordada, bem como da metodologia empregada na oficina para a aprendizagem do conteúdo de ácidos e bases, além de indagar sobre a inclusão da História da Ciência para o conteúdo discutido e para os demais conteúdos de Química.

Resultados e Discussão

A oficina iniciou por meio de uma abordagem teórica que serviu de amparo para a realização do experimento químico, ao final, desenvolveu-se uma sondagem com os estudantes, por meio do questionário, referente à oficina realizada (Figura 1). A partir das respostas, foi possível avaliar as considerações dos 25 participantes da pesquisa, tratando delas a seguir.

Figura 1 - Alunos respondendo ao questionário



Fonte: Vasconcelos (2019).

Questionamento da abordagem da História da Química nas aulas de química

Percebeu-se que a maioria dos alunos que participaram da pesquisa ainda não havia tido contato com a História da Ciência, especificamente a História da Química. Relataram que nas aulas de Química, a História nunca tinha sido abordada. O predomínio de respostas desse tipo pôde ser observado nas seguintes colocações:

Aluno A: Não, ele só passava exercícios. Nunca passou o começo, o início, a História da Química.

Aluno B: Não. O professor estava passando outro assunto que usava cálculo.

Observa-se que o ensino de Química tem focado principalmente no modelo “fórmula/exercício”, o que limita o ensino dela a algo extremamente motorizado. A utilização desse modelo se dá, excepcionalmente, por falta da utilização de ferramentas metodológicas que auxiliem no processo de ensino-aprendizagem, como é o caso da História da Ciência.

A falta da inserção da História da Química em sala de aula pode ser explicada por conta de vários vieses. Segundo Todesco, Rodrigues e Aires (2011), a presença de variados obstáculos, tais como: escassez de material tecnológico-pedagógico, falta de capacitação profissional, entre outros, dificultam a inserção de tal abordagem na prática docente. A falta de recursos pedagógicos e tecnológicos nas aulas de Química apresenta-se como um grande problema para a inserção de tal abordagem.

Por ser um grande atrativo ao interesse dos alunos, os recursos tecnológicos servem como um excelente instrumento didático-pedagógico na prática docente, entretanto, para que esses recursos contribuam para a preparação e execução de aulas, é necessário que tais recursos estejam presentes de forma significativa nas salas de aulas e, atrelado a isso, haja uma capacitação técnica dos professores para que utilizem tais recursos de forma correta e benéfica para o ensino de Química.

Outro grande problema que dificulta tal abordagem é o déficit na capacitação profissional em relação à História da Ciência, o que se dá, majoritariamente, pela não efetivação dela na formação inicial de professores de Ciências e também pela escassez de uma formação continuada.

Segundo Martins (2006), grande parte das grades curriculares dos cursos de licenciatura voltadas para as ciências, já está contemplada com a História da Ciência, como matéria específica ou agregada a outra. Esta manifesta-se como uma grande necessidade formativa na formação inicial de professores de Química, principalmente por possibilitar uma visão mais vasta e incrementada das diversas esferas que englobam o processo de ensino-aprendizagem, o que contribui para um progresso da abordagem dos conteúdos de química em ambiente escolar. Todavia, essa inserção na formação de professores não é garantia de que eles, após formados, utilizarão tal recurso como elemento complementar e essencial nas suas aulas.

A formação continuada apresenta-se como um processo de aperfeiçoamento daquilo que foi abordado inicialmente. Por conseguinte, é necessário que o professor já possua: conhecimentos prévios a respeito da História da Ciência; consciência a respeito de debates e pesquisas na área de ensino de ciências; o modo como ela está inserida nos planos curriculares e como aliá-la a atividades que possam facilitar a compreensão da mesma (TARDIF, 2004). Só assim, de fato, a formação continuada pode contribuir para que a História da Ciência se faça presente nas aulas de Ciências como um todo, pois, sabe-se que não tem como promover o desenvolvimento daquilo que não teve a oportunidade de construir em si mesmo.

Indagação a respeito do conhecimento dos trabalhos e estudos de Svante Arrhenius e como isso auxilia na aprendizagem do conteúdo de ácidos e bases

Considerando a análise dos dados, referentes a terceira e quarta perguntas, constatou-se que 80% dos alunos sequer tinham estudado a respeito da História, trabalhos e estudos do cientista Svante August Arrhenius, entretanto, após a realização da oficina, 100% dos alunos pesquisados relataram que a História do Cientista auxiliou na aprendizagem do conteúdo de ácidos e bases, o que pode ser verificado nas seguintes respostas:

Aluno C: A abordagem da história de Arrhenius foi muito importante porque foi ele quem desenvolveu a primeira teoria de ácidos e bases.

Aluno D: Sim! Porque as teorias desenvolvidas por ele são muito boas e fizeram com que ele ganhasse o prêmio Nobel de química.

Abordar a História de Svante August Arrhenius foi importante para relacionar o fato científico, no caso a teoria de ácidos e bases desenvolvida por ele, com as questões sociais, políticas, econômicas, filosóficas etc., da época em que aquele fato foi gerado, além disso, a discussão acerca de tal assunto foi significativa por se tratar da primeira teoria de ácidos e bases aceita pelo meio científico, o que serviu de sustentáculo para a formulação de outras teorias que estavam por vir no século XX.

Destaca-se ainda que a teoria desenvolvida por Arrhenius explicou um grande número de fenômenos já conhecidos, como, por exemplo, o efeito tampão estudado e postulado por Fernbach, em 1900, e também provocou a construção de várias linhas de pesquisa, inclusive, contribuindo para o estabelecimento das bases científicas da Química Analítica. Desse modo, a discussão desenvolvida na oficina foi importante para apresentar aos alunos o modo como se deu a construção da referida teoria, perpassando inicialmente pelo contexto histórico-social, em que ela foi desenvolvida, e em seguida abordando seus pressupostos científicos.

Portanto, os alunos passaram a compreender não só o conceito da teoria de ácidos e bases, ou seja, o produto final, mas todo o processo científico-social que levou a sua postulação. Essa constatação pode ser explicada pela seguinte colocação de Chassot (2000), a abordagem da História da Ciência apresenta uma função substancial para que o aluno possa desenvolver uma visão ampla em uma concepção transdisciplinar.

Questionamento a respeito de como a inserção da História da Química influencia na aprendizagem de Química

Em relação à segunda pergunta, constatou-se que 92% dos alunos enfatizaram a importância da abordagem da História da Química dentro dos conteúdos de química ministrados em sala de aula, destacando que essa introdução torna a aula mais interessante, dinâmica e atrativa, isso pode ser constatado nos seguintes relatos:

Aluno E: Influencia deixando a aula mais motivadora e descontraída.

Aluno F: Sim, porque quando se explica o começo de tudo, tudo fica mais esclarecido. “Dá ânimo para aprender”.

Aluno G: É fundamental porque conhecendo a história da química é possível entender melhor as propriedades da química.

Acredita-se que a História da Ciência pode motivar e seduzir os alunos, tornando as aulas mais interessantes, humanizar a visão de Ciência, mostrando-a como processo e não como um produto acabado, além de promover uma compreensão melhor da construção do conhecimento científico ao longo do tempo e sua dinamicidade (MATTHEWS, 1995).

Considerando tal colocação e analisando os dados obtidos, a HC revelou-se como um excelente instrumento pedagógico para tornar as aulas de Química mais fascinantes e proveitosas, humanizando a Ciência e tornando-a mais próxima do campo social, contribuindo assim para o desenvolvimento do pensamento crítico do alunado, o que caracteriza-se por uma compreensão mais intrínseca e adequada dos próprios conteúdos científicos, bem como aborda os processos de formulação do conhecimento científico, com seus progressos, erros e divergências.

A consciência de que o conhecimento científico é dinâmico e mutável ajudará o estudante e o professor a terem a necessária visão crítica da Ciência, pois não se pode simplesmente aceitá-la como pronta e acabada e nem que os conceitos atualmente aceitos pelos cientistas e ensinados nas escolas como “verdade absoluta” (BRASIL, 2000, p. 31).

Desse modo, a discussão desenvolvida na oficina foi importante para apresentar aos estudantes a importância da História da Ciência, sendo retratada através da trajetória de Arrhenius, para o ensino de química, destacando que a Ciência é uma construção social, ou seja, está submetida a transformações e a influências de todos os campos sociais.

Consideração acerca do experimento executado

Referente à quinta pergunta, os pesquisados atentaram para o fato de que a experimentação realizada ao fim da oficina fora bastante importante para a compreensão da teoria de ácidos e bases de Arrhenius, tornando o conteúdo mais fácil de assimilar. Além disso, os participantes destacaram que a aula se foi mais dinâmica e atrativa e que tais práticas, experimentações deveriam estar mais presentes nas aulas de Química. Os seguintes relatos mostram tais posições em relação ao questionamento realizado:

Aluno H: Sim, porque a aula se tornou mais dinâmica.

Aluno I: Sim, porque aprendemos a diferenciar entre um ácido e uma base.

Aluno J: Com certeza. Foi bem interessante. Deveria ter mais nas aulas de química.

Ampliando a capacidade de aprendizagem, por conta do seu caráter lúdico e motivador, a experimentação funciona como meio de integrar o aluno aos temas abordados (GIORDAN, 1999). Portanto, para se alcançar de fato o conhecimento científico é necessário a interligação efetiva entre a atribuição teórica e experimental.

As observações e as respostas obtidas nos questionários demonstraram que a História da Ciência e a metodologia experimental podem contribuir expressivamente para o ensino de Química, especialmente na Educação Básica, por tornar as aulas mais atrativas e contextualizadas, promovendo assim uma busca incessante pelo conhecimento químico por parte do alunado. Neste sentido, os alunos passam a encarar a Ciência não como algo inalcançável, mas como fruto da atividade humana construída ao longo dos anos.

Considerações finais

A partir da oficina desenvolvida, foi possível notar que os objetivos propostos foram alcançados, uma vez que os alunos conseguiram compreender de forma clara a teoria de ácidos e bases de Arrhenius por meio da História da Química e, por consequência, como se constrói o conhecimento científico, enfatizando a importância da História da Ciência no ensino de Química como um todo.

Constatou-se nos resultados obtidos que o ensino de Química em ambientes escolares pode ter sua capacidade aperfeiçoada, desde que a abordagem dos conteúdos seja voltada para o modelo de ensino construtivista-dialético, distanciando-se, portanto, do modo tradicional. No decorrer da oficina, observou-se que os estudantes apresentam mais interesse em aulas em que a interdisciplinaridade esteja presente e que eles possam interagir entre si. Portanto, destaca-se que a abordagem apresentada durante a oficina, quando implementada ao ensino, contribui na variabilidade do processo ensino-aprendizagem, colaborando significativamente para despertar nos alunos o interesse pela ciência, facilitando a construção de uma cultura científica e auxiliando numa formação cidadã.

Observou-se que grande parte dos alunos pesquisados apresentava uma visão limitada da química, onde eles enfatizaram que a abordagem de conteúdos químicos na escola se resumia apenas a resolução de exercícios utilizando cálculos. Foi analisado durante e após a oficina, com a coleta de dados, o grau de importância da temática desenvolvida, elucidando questões confusas ou nunca assimiladas pelos alunos a respeito da teoria de Arrhenius.

Logo, a compreensão dos conhecimentos científicos associados intrinsecamente à historicidade em que foram gerados possibilita aos estudantes uma visão mais ampla e crítica do mundo científico-social, possibilitando-os modificar o meio em que vivem, todavia, é necessária uma mudança significativa no ensino de Química da Educação Básica, aproximando o ensino tradicional empregado ao ensino construtivista-dialético. Ademais, a História da Ciência é utilizada como ponto fundamental para essa transição.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação – MEC, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2000.

BROWN, T.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B.E. **Química: a ciência central**. Prentice-Hall, 2005.

CHASSOT, A. **Alfabetização Científica – Questões e Desafios para a Educação**, Ijuí: Editora da Unijuí, 2000.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, v. 10, n. 10, p. 43-49, 1999.

MARTINS, R. A. Introdução: a História das Ciências e seus usos na educação. *In*: SILVA, C. C. (Org.). **Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2006. p. XXI–XXXIV.

MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, n. 12, 164, 1995.

NEVES, M.C.D. A História da Ciência no ensino de Física. **Revista Ciência & Educação**, v. 5, n. 1. 1998.

PERUZZO, F.M.; CANTO, E.L. **Química na abordagem do cotidiano** (v. 1). São Paulo: ed. moderna, 2006.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis: Vozes, 2004.

TODESCO, S. A.; RODRIGUES, T. S.; AIRES, J. A. História e filosofia da ciência: uma proposta didática para o ensino de ácidos e bases. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8. **Anais....** 2011.

ABORDAGEM DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE QUÍMICA ANALÍTICA: IDENTIFICAÇÃO DE CLORETO PELO MÉTODO DE MOHR

Douglas de Oliveira Pantoja

Ramon Gabriel Pinho Botelho dos Santos

André Silva dos Reis

Maria Dulcimar de Brito Silva

Ronilson Freitas de Souza

Considerações iniciais

A História da Ciência, quando inserida no ensino de Química como ferramenta metodológica, propicia maior compreensão de conteúdos e fatos históricos, uma vez que sua introdução no ensino de Ciências contribui para que os discentes conheçam a área de modo mais atrativo, despertando o seu interesse pelo conhecimento científico e pelas discussões acerca desses temas (REIS; SILVA; BUZA, 2012).

A inserção da História da Ciência e da Química, em particular, é uma interface relevante para uma aprendizagem mais eficaz da química, visto que os documentos oficiais como Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), destacam que a História da Química, como conhecimento socialmente produzido, deve perpassar todo o ensino de Química, possibilitando ao discente a compreensão do processo de construção do conhecimento com seus triunfos e adversidades (BRASIL, 2000).

Nesse sentido, a introdução da História da Ciência nos cursos de licenciatura pode auxiliar os futuros professores a compreenderem como ocorre a construção do conhecimento científico. Espera-se com essa proposta dar novo fundamento para esses cursos, a fim de ressaltar a contextualização dos conteúdos e sua relevância no passado e na atualidade (FERREIRA; FERREIRA, 2010).

No curso de Química, destaca-se as práticas de Química Analítica realizadas no laboratório. Nessa perspectiva, a História da Ciência pode contribuir para a compreensão de diversos métodos experimentais analíticos, por meio da formação dos conceitos e de suas descobertas ao longo do tempo, como, por exemplo, o Método de Mohr, prática analítica muito

utilizada nos laboratórios de química. De acordo com Skoog et al. (2006), a química analítica é um ramo da química definida como uma ciência de medição, que se baseia em métodos e procedimentos úteis em vários campos da sociedade. Para fazer as análises, a química analítica utiliza tanto o método qualitativo, em que se revela a identidade dos elementos e compostos presentes em uma dada amostra, quanto o método quantitativo, no qual se revela a quantidade de cada substância presente em uma amostra.

O método de Mohr consiste na determinação de haletos utilizando Cromato de Potássio (K_2CrO_4) como indicador. O químico responsável por esse método analítico chama-se Karl Friedrich Mohr, nascido em 4 de novembro de 1806, em Koblenz, na Alemanha. Mohr, além de desenvolver métodos volumétricos de análises, também teve diversas contribuições, como a publicação de vários artigos nas áreas da farmácia, química, física e geologia. Seu primeiro trabalho publicado tratou da construção de uma balança analítica de fácil construção, porém de grande precisão de medida. Ademais, Mohr também foi responsável pela criação e aperfeiçoamento de diversos equipamentos ainda utilizados nos laboratórios de química, como o Condensador de Liebig, condensador de refluxo para a digestão de sólidos, frascos volumétricos e fornos para secagem (FARIAS, 2013).

Nessa perspectiva, observa-se a relevância da História da Ciência na construção do conhecimento científico, pois ela auxilia os discentes a compreenderem a química no cotidiano, e isso desperta a curiosidade científica, não somente pela teoria, mas estabelecendo interfaces entre esta e a história, promovendo uma aprendizagem contextualizada (PIRES; ABREU; MESSEDER, 2010).

Diante disso, esta pesquisa teve por objetivo investigar como a História da Ciência colabora para a compreensão dos conteúdos de química analítica e sua contribuição para a formação de professores, tomando como estudo de caso o Método de Mohr, desenvolvido com a finalidade de identificar haletos.

Aplicação da proposta metodológica

Para conhecer a concepção dos discentes de química acerca da vida e contribuição de Karl Friedrich Mohr para a química analítica e

a importância da História da Ciência nesse contexto, desenvolveu-se uma aula prática com o título: “Abordagem da História da Ciência e sua Contribuição no Ensino de Química Analítica: Identificação de Cloreto pelo Método de Mohr”, realizada no laboratório de química da Universidade do Estado do Pará (UEPA). Participaram desta oficina seis graduandos do curso de Licenciatura em Química da UEPA.

A realização da aula prática dividiu-se em três momentos: no primeiro, houve uma exposição oral acerca da vida e principais contribuições do químico Karl Friedrich Mohr, além de expor, especificamente, sua contribuição para a química analítica. Destacou-se também os conceitos de química analítica, métodos qualitativo e quantitativo, que são essenciais para a realização das mais diversas análises químicas; no segundo, a turma de graduandos foi dividida em 3 equipes, e cada equipe reproduziu o método desenvolvido pelo químico em questão, que se baseia na identificação de haletos (neste caso, identificou-se a quantidade de Cloreto), utilizando o Cromato de Potássio (K_2CrO_4) como indicador e Nitrato de Prata ($AgNO_3$) como titulante.

Inicialmente, preparou-se uma amostra, utilizando 0,4 g de adubo orgânico, e a partir da metodologia do método, os graduandos puderam realizar a prática, que se baseia em um método de titulação de precipitação. Por fim, no terceiro momento, houve a aplicação de um questionário com quatro perguntas discursivas acerca da metodologia adotada, se a aula foi eficaz para a aprendizagem das práticas e dos conceitos descritos acima e sobre a relevância da História da Ciência para o ensino de química analítica.

Resultados e Discussão

As observações dos graduandos acerca da prática proposta demonstraram a relevância da História da Química no ensino de química analítica, uma vez que sua utilização influencia diretamente na aprendizagem. A partir das respostas dadas nos questionários, apresenta-se algumas constatações.

Aplicação do Método de Mohr na aula prática com a abordagem da História da Ciência

No que concerne ao método analítico a partir da abordagem da História da Ciência, 100% dos alunos afirmaram que o entenderam melhor, apontando aspectos da importância do contexto histórico, como apontou o Aluno C, no seguinte relato:

Sim, pois na explicação abordou-se o contexto histórico, que facilita a compreensão de o porquê usar as técnicas elaboradas [...].

Ainda com relação a esse ponto, notou-se que os graduandos destacaram ainda não conhecer a prática. A partir disso, percebe-se a importância da realização da oficina, como aponta o Aluno B:

Sim. Pouco conhecia o método e ainda não havia praticado o mesmo, nesse sentido foi de extrema importância adquirir esse conhecimento tanto de forma teórica, como prática.

Acredita-se que a História da Ciência pode motivar e seduzir os alunos, abordando a Ciência com uma visão mais humanizada (CALLEGARIO et al., 2015), ou seja, essa aplicação pedagógica influencia positivamente no ensino-aprendizagem pelo fato de tornar possível compreender as ideias mais atuais acerca da química por meio da construção de um contexto, de opiniões e de ideias ao longo dos anos. Ademais, essa convicção defendida está de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais, os quais dizem que a História da Química deve perpassar todo o ensino de química. As figuras a seguir mostram os graduandos durante a prática experimental (Figura 1) e o resultado após a análise em triplicata (Figura 2).

Figura 1 - Graduandos realizando a titulação do Método de Mohr



Fonte: Pantoja & Santos (2019).

Figura 2 - Resultado da análise da amostra de adubo, evidenciado pela coloração vermelho tijolo característico



Fonte: Pantoja & Santos (2019).

A inserção da História da Química e sua influência na aprendizagem dos conteúdos da disciplina de química analítica

Quando questionados a sobre influência da História da Química na aprendizagem dos conteúdos da disciplina de química analítica, os graduandos afirmaram que ela atua de modo complementar e positivo, de acordo com os relatos A e D, respectivamente:

A história da química atua de forma complementar às práticas realizadas no laboratório, fazendo com que não fique apenas nos paradigmas e metodologias comuns da área [...] (Aluno A)

Influencia de forma muito positiva, pois tanto para alunos do ensino médio quanto para alunos do ensino superior, os métodos de análise e fórmulas vêm como uma receita de bolo, não podendo ser mudada ou adaptada, e a história da química mostra como esses conhecimentos foram construídos. (Aluno D)

Nessa perspectiva, nota-se que as análises reproduzidas na disciplina de química analítica são abordadas nos livros como um conhecimento acabado e imutável. Nesse sentido, percebe-se a necessidade de utilizar a História da Ciência no ensino de química para que os alunos

tenham a concepção de como o conhecimento acerca de determinado assunto foi construído e para uma otimização do saber cultural, corroborando a ideia de Oki e Moradillo (2008, p. 69), ao enfatizarem que “a História da Ciência é considerada um conhecimento indispensável para a humanização da ciência e para o enriquecimento cultural, passando a assumir o elo capaz de conectar ciência e sociedade”.

Questionamento sobre o conhecimento acerca dos trabalhos e estudos de Karl Friedrich Mohr e sua contribuição para a química analítica

No terceiro questionamento, buscou-se investigar se os graduandos conheciam os estudos de Karl Friedrich Mohr. Na análise dos dados, observou-se que apenas um graduando conhecia os estudos de Mohr – como apontou o aluno B: “Conhecia pouco, por meio de outras aulas e livros” – enquanto os demais nunca tinham ouvido falar deste cientista, que tanto contribuiu para a química analítica, desenvolvendo e aperfeiçoando métodos analíticos. A partir disso, destaca-se a importância do desenvolvimento da oficina, a qual ajudou os graduandos a compreenderem um pouco da trajetória do químico e suas contribuições para a área.

Conforme Farias (2013), Karl Friedrich Mohr escreveu um livro dedicado apenas à análise volumétrica, classificando diferentes métodos volumétricos, exemplo que serviu de modelo para a publicação de livros posteriormente. Matthews (1995) argumenta que a História das Ciências possibilitaria o entendimento sobre como e em quais circunstâncias determinados conhecimentos foram produzidos. Em concordância com esta ideia, é importante abordar a vida e as obras dos cientistas para os alunos que possam compreender a época que esses estudiosos viveram, bem como empecilhos que estes cientistas tiveram para superar e desenvolver grandiosos estudos.

Utilização da História da Química em aulas práticas pelos futuros professores de química

Na quarta indagação, objetivou-se investigar se os graduandos utilizariam a História da Química como ferramenta metodológica em suas futuras aulas. Nessa discussão, todos os graduandos responderam que sim, apontando que a utilização da História da

Ciência, e da Química em particular, é uma interface que contribui para a aprendizagem, uma vez que o aluno pode compreender como se deu determinado conhecimento e suas alterações e adaptações ao longo do tempo, como demonstram as respostas dos alunos E e F, respectivamente:

Sim, para entender de que forma os métodos atualmente utilizados foram desenvolvidos e as mudanças que tiveram ao longo da história [...] (Aluno E)

Sim, pois é necessário apresentar a química, e sobretudo a ciência como um processo de evolução ao longo do tempo, tendo como importante característica o fato de ser questionável e mutável [...] (Aluno F)

Sá, Vicentin e Carvalho (2009) criticam o modo como as escolas e os professores abordam a Química em sala de aula, como uma ciência imutável, descontextualizada e acrítica, como se ela fosse uma ciência pronta e acabada. Para otimizar o ensino de química, a utilização da História da Ciência se faz importante, não somente no sentido de propiciar ao discente um melhor entendimento acerca do processo de construção dos pensamentos com triunfos e adversidades, mas no sentido de demonstrar ao aluno que a química não é uma ciência imutável e que existem diversas evoluções de pensamentos para a conclusão de determinada ideia sobre a qual ele está aprendendo.

Considerações finais

Neste trabalho, foi abordada a importância da contribuição de Karl Friedrich Mohr para a química, bem como a importância da utilização da História de Ciência no ensino de química analítica. Ademais, buscou-se analisar quais as concepções dos estudantes acerca da vida desse cientista e da História da Ciência.

Com base nos questionamentos e dados levantados, é possível notar que diversas escolas e professores de química ainda abordam essa disciplina como ciência imutável, pronta e acabada, razão pela qual os

discentes não têm interesse em aprendê-la e sentem tanta dificuldade nesta área. Além disso, nota-se que o ensino da química é mais bem realizado quando se utiliza a História da Ciência, pois esta faz com que eles entendam não somente o conteúdo, mas em qual época ele foi criado, seus triunfos e adversidades, levando em conta o que os Parâmetros Curriculares Nacionais recomendam. Desse modo, quando se utiliza o contexto histórico perpassando o ensino de química, a aprendizagem dos discentes torna-se contextualizada e o interesse pelo saber científico é fomentado.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Parte III Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, DF, 2000.

CALLEGARIO, L. J. et al. História da Ciência no Ensino de Química: Uma Revisão. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 3, p. 977-991, 2015.

FARIAS, R.F. **Para gostar de ler a História da Química**. Volume Único. Campinas: Átomo, 2013.

FERREIRA, A.M.P.; FERREIRA, M.E.M.P. A História da Ciência na formação de professores. **História da Ciência e Ensino Construindo Interfaces**. v. 3, p. 1-13, 2010. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/hcensino/article/view/2904/2861>. Acesso em: 15 jan. 2019.

MATTHEWS, M. História, filosofia e Ensino de Ciências: a Tendência Atual de Reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, dez. 1995.

OKI, M.C.M.; MORADILLO, E.F. O ensino de História da Química: Contribuindo para a compreensão da natureza da Ciência. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 1, p. 67-88, 2008.

PIRES, R. de O.; ABREU, T. C.; MESSEDER, J. C. Proposta de ensino de Química com uma abordagem contextualizada através da História da Ciência. **Ciência em Tela**, v. 3, n. 1, 2010.

REIS, A.S.; SILVA, M.D.B.; BUZA, R.G.C. O uso da história da ciência como estratégia metodológica para a aprendizagem do ensino de química e biologia na visão dos professores do ensino médio. **História da Ciência e Ensino Construindo Interfaces**, v. 5, p. 1-12, 2012. Disponível em: <http://revistas.pucsp.br/index.php/hcensino/article/view/9193>. Acesso em: 05 set. 2019.

SÁ, M. B. Z.; VICENTIN, E. M.; CARVALHO, E. A História e a Arte Cênica como recursos pedagógicos para o ensino de Química - uma questão interdisciplinar. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 1, p. 9-13, 2009.

SKOOG, D. A. et al. **Fundamentos da Química Analítica**. São Paulo: Editora Thomson, 2006.

TABULEIRO QUÍMICO DOS GRANDES CIENTISTAS COMO RECURSO EDUCACIONAL PARA O ENSINO DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA

Adriane Trindade Sarah

Filipe Victor Portal Ribeiro

Maria Dulcimar de Brito Silva

Paulo Alexandre Panarra Ferreira Gomes das Neves

Considerações iniciais

Observando o espaço do ensino de História da Ciência (HC) nos cursos de Ensino Superior de Universidades Públicas e Privadas no Brasil, constata-se que esta temática é incipiente nos currículos dos cursos de Ciências da Natureza. O desafio da educação brasileira é desenvolver uma educação que não reproduza o modelo tradicional, cujo principal objetivo é preparar os alunos para realização de provas de vestibulares em detrimento de temas transversais como, por exemplo, a HC. Segundo Martins (2007), esse obstáculo é originado pela falta de recursos pedagógicos adequados, tal como a ausência de conteúdos de HC nos livros didáticos que são utilizados como material de apoio.

Apesar da implementação da HC ter vasta fundamentação teórica no ensino de Ciências, ainda existe uma falta de sintonia na produção de pesquisas referentes à inclusão no ensino e, principalmente, a utilização desse recurso pelos professores interessados (PRESTES; CALDEIRA, 2009). Dados do projeto *History and Philosophy in Science Teaching* (História e Filosofia da Ciência no Ensino), que contou com a colaboração de profissionais de diversos países, alinham que os principais problemas para a inserção de elementos da História e Filosofia da Ciência, no ensino, são: (a) ausência de um quadro conceitual de referência; (b) falta de interesse ou competência dos professores; (c) limitada compreensão sobre como a História e a Filosofia da Ciência podem contribuir para a aprendizagem do conteúdo científico; (d) carência de visões mais alargadas referentes à aprendizagem sobre Ciências (HÖTTECKE; SILVA, 2011).

Como consequência da falta de reconhecimento ao tratamento histórico, verifica-se a carência de produções científicas que deveriam servir de referência aos docentes na área de ensino de Ciências. O comprometimento limitado com a produção textual no ensino de Ciências dificulta a inserção da História da Ciência em sala de aula, pois para uma adoção adequada do conteúdo, o professor deve ter em mãos materiais sucintos e de fácil assimilação (RIBEIRO & SILVA, 2017).

Estudos na área de ensino de Ciências mostram que a educação científica tradicional é vista como uma limitação para a sociedade, pois o aluno é considerado apenas como um receptor de informações. Portanto, é notória a necessidade da inserção dos fatores históricos e filosóficos da Ciência, a fim de possibilitar a compreensão da construção do conhecimento científico e cada aspecto que influencia a elaboração, validação e difusão de conceitos (LIBANEO, 1983; HIDALGO; LORENCINI JUNIOR, 2016).

Ainda há um déficit na produção de pesquisas e materiais didáticos referentes à inclusão da HC no Ensino Superior. Partindo do pressuposto de que os jogos lúdicos são recursos pedagógicos dinâmicos, os quais podem proporcionar maior interesse por parte dos alunos, o presente trabalho propôs a elaboração e aplicação de um jogo de tabuleiro, voltado para as descobertas de grandes cientistas, com o objetivo de facilitar a inserção da HC em uma turma de 2º semestre do Curso de Graduação de Licenciatura Plena em Química da Universidade do Estado do Pará (UEPA).

A História da Ciência no ensino de Ciências

Desde a Antiguidade até os dias atuais, as abordagens históricas caracterizam-se como elementos fundamentais no processo de desenvolvimento humano, pois possibilitam aos alunos o conhecimento teórico sobre a história das principais descobertas para a Ciência e que tiveram grande significado para o desenvolvimento da humanidade. Além disso, expõem todo o contexto histórico em diversos períodos e as principais razões (políticas, sociais, econômicas e culturais) que motivaram os cientistas da época a proporem determinadas teorias científicas e até mesmo refutá-las, alterando todo o sentido a respeito da visão de mundo acatada pela sociedade (MOTA; CLEOPHAS, 2015).

O processo cronológico que precede os processos científicos responsabiliza os pesquisadores a estudar o passado para o entendimento do presente e suposições do futuro. Seguindo essa linha de raciocínio, não há possibilidade de considerar a Ciência como uma série de verdades absolutas, pois ela é mutável por natureza. O entendimento do contexto histórico, incluindo todas as discussões e interesses, as experiências de refutações e verdades provisórias, são de suma importância para o ensino (FELICETTI; CRISOSTIMO; SANTOS, 2019).

Em meados das décadas de 1970, no Brasil, as discussões que relacionavam o uso e desuso da HC no ensino começaram a ganhar expressão, devido à difusão do Movimento das Concepções Alternativas (MCA), que discute o modelo de ensino “processo-produto” e delimita outras vertentes para a pesquisa e ensino de Ciências. Alguns fatores proporcionaram a abertura de novas perspectivas para as indagações sobre o uso da HC no ensino de Ciências, tais como pesquisas em Educação para a Ciência, as novas metodologias de ensino-aprendizagem, a adequação das teorias psicológicas de Piaget e Vygotsky para o ensino, bem como o aumento ideológico do movimento CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) (MARQUES, 2015; HIDALGO; LORENCINI JUNIOR, 2016).

De acordo com Mota e Cleophas (2015), o uso da HC, no âmbito educacional, é um relevante instrumento metodológico, que associado à teoria, observação e experiências em sala, pode cooperar de maneira considerável para que os educadores despertem o interesse de seus alunos durante as aulas, ou seja, pelo aprender Ciência.

A História da Ciência na formação de professores

Atualmente, vários cursos de licenciatura de áreas das Ciências Exatas e Naturais contemplam a questão da HC, seja por mediação de uma disciplina que trabalhe especificamente com o conteúdo histórico e filosófico, seja de maneira mais disseminada, em que as características históricas fazem parte das listas de conteúdos de outras disciplinas por meio de seminários e outras atividades (MARTINS, 2007).

Entretanto, mesmo que o estudo qualitativo de elementos históricos e filosóficos seja feito durante a formação inicial de professores

das áreas de Ciências, não há garantia de que este será inserido nas salas de aula do Ensino Básico, tampouco que haverá reflexões aprofundadas, por parte dos professores, sobre o papel da História da Ciência para o desenvolvimento da didática na Ciência.

As dificuldades centrais aparecem quando o uso da História e Filosofia da Ciência é pensado para fins didáticos, ou seja, quando ultrapassam os cursos de formação inicial e atravessam para o ensino prático e aplicado (MARTINS, 2007).

A defesa da HC, como elemento fundamental para a motivação e formação dos futuros educadores, é baseada na reflexão da interdisciplinaridade, a qual possibilita um estudo mais profundo dos conteúdos disciplinares. Quando a motivação é intrínseca, o envolvimento do estudante com o conteúdo tende a ser voluntário, pois ele vê a aprendizagem como algo prazeroso (FERREIRA; FERREIRA, 2010).

Para que o professor adquira aptidão para realizar atividades inovadoras durante sua prática docente, é necessário que ele tenha conhecimento característico da sua disciplina, para que haja facilidade no entendimento da complexidade do conteúdo que será ensinado aos alunos. Além de apresentar domínio da disciplina que ensina, pois é imprescindível que o professor conheça a história daquilo que ensina (MARQUES, 2015).

O conhecimento de aspectos da HC é significativo na formação de professores, visto que esses profissionais estão diretamente conectados ao conhecimento científico e com o avanço da Ciência. A aprendizagem da HC é essencial para a alfabetização científica, para o desenvolvimento da criticidade e para o progresso do conhecimento científico (FELICETTI; CRISOSTIMO; SANTOS, 2019).

A inserção da História da Ciência no Ensino Superior

A HC é o elo entre a Ciência e a sociedade, e através desse pressuposto é possível considerá-la como um conhecimento imprescindível para o desenvolvimento cultural e científico da sociedade. Apesar do reconhecimento e crescimento dessa área de formação profissional, a inserção desses temas nos currículos ainda ocorre de forma tradicional, já que, na maioria das vezes, a abordagem didática utilizada para a

articulação desse conteúdo em disciplinas específicas é extremamente frágil. Habitualmente, o ensino da HC através das disciplinas específicas não ocorre em conexão com a Filosofia da Ciência (OKI; MORADILLO, 2008, p. 69).

Tendo em vista a relevância das implicações teóricas e práticas da História e Filosofia da Ciência para a formação de professores de ciências, surge a necessidade formativa desses profissionais, com o objetivo de evitar visões distorcidas sobre o fazer científico, permitir o entendimento específico sobre as fases do processo de ensino-aprendizagem da Ciência e proporcionar uma intervenção de qualidade nas salas de aula (DUARTE, 2004).

Para que o uso da HC seja feito de forma coerente em sala de aula, é imprescindível estar atento às propostas inovadoras e discussões historiográficas, pois os livros didáticos e paradidáticos mostram uma visão ultrapassada e, em grande parte, distorcida sobre a HC, o que faz com que a verdade sobre os fatos seja um processo excludente (TRINDADE et al., 2010; MOTA; CLEOPHAS, 2015).

A inserção da HC nos cursos de licenciatura tornou-se uma forma de demonstrar aos futuros professores o significado da construção do conhecimento científico e como a aceitabilidade de uma ideia científica não depende exclusivamente do seu valor intrínseco, visto que é o resultado da correlação entre fatores sociais, filosóficos, políticos etc. (FERREIRA; FERREIRA, 2010, p. 4-5).

Jogos didáticos com ênfase na História da Ciência

Com a ideia de incentivar a produção de material didático, entende-se que a utilização de jogos relacionados à HC na educação é estimulada por autores como Dohme (2008), o qual afirma que os jogos podem ser utilizados para vários fins educativos e como instrumentos de desenvolvimento de crianças e jovens. Portanto, novos recursos pedagógicos para o ensino de HC tornam-se de grande valia para facilitar a aprendizagem.

Cabe ao mediador construir o conhecimento histórico junto aos alunos, de forma que eles detenham o entendimento dos recursos tecnológicos dessas épocas, abrangendo assim a ideia de

tecnologia objetivando uma alfabetização científica consistente. O uso desses recursos é importante para o estabelecimento interativo que o aluno constrói através do trabalho de criação, significação e ressignificação do conhecimento científico (MIRANDA; JÓFILI; LINS, 2010).

Como o ambiente acadêmico apresenta cada vez mais avanços tecnológicos, faz-se necessário que o professor tenha a visão de adaptar seus recursos didáticos e metodologias voltadas para o ensino. Souza (2013) ressalta que os professores devem traçar metas para que a utilização da internet no Ensino Fundamental possa alcançar o aluno. A inserção da tecnologia no ensino é uma necessidade do mundo hoje, por isso, cabe ao profissional da educação buscar alternativas para suprir estas necessidades (MAINART; SANTOS, 2010).

As discussões em torno do jogo educativo e seus significados admitem duas funções: a função lúdica, a qual propicia a diversão, e a função educativa, responsável pelo complemento do saber e conhecimento do indivíduo. O desafio para a obtenção de um jogo educativo consiste no equilíbrio das duas funções, a união imprescindível entre o que é lúdico e o que é educativo (KISHIMOTO, 1996; SOARES, 2013).

Aplicação da proposta metodológica

A pesquisa foi realizada em cinco etapas: a primeira etapa se constituiu no levantamento bibliográfico de artigos e livros sobre a história dos cientistas utilizados no jogo, assim como suas descobertas científicas.

Em seguida, realizou-se a montagem de um jogo de tabuleiro tradicional e as cartas em PowerPoint. O tabuleiro tem formato ondulatório, constituído por 55 “casas” numeradas, algumas com nomes dos cientistas, ano de nascimento e falecimento, e uma caixa de texto com a descoberta/objeto de estudo em uma linguagem acessível e interativa (Figura 1). As cartas traziam as mesmas especificações contidas no tabuleiro e suas devidas bonificações ou revés (Figura 2).

Figura 1 - Tabuleiro Químico dos Grandes Cientistas

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INÍCIO	John Dalton (1766-1844) Foi o 1º a propor um modelo atômico: uma esfera maciça, indivisível e sem carga. Avance uma casa.	Antoine Lavoisier (1743-1794) Eu sou o pai da química moderna! Descubri e nomeei o gás oxigênio. Respire e avance 2 casas.			Isaac Newton (1643-1727) De acordo com a minha 1ª lei, a inércia, você deve permanecer 1 rodada em repouso até que a força do dado seja aplicada sobre você.				
21		18		16	15	14		12	
	Michael Faraday (1791-1867) Você caiu na minha grade eletrostática. Figure 1 rodada sem jogar até que os elétrons sejam descarregados.		Charles Darwin (1809-1882) Você não passou pela minha seleção natural. Volte duas casas e tente novamente na próxima rodada.			Dmitri Mendeleev (1834-1907) Eu sugeri o 1º modelo de organização da tabela periódica. Você aprendeu a ser organizado e pode avançar 3 casas.			
23		25	26		28	29		31	32
Bertha Lutz (1894-1976) Você foi inspirado pela capacidade saltitante dos anfíbios que eu estudei. Por isso, salte 2 casas adiante.		Albert Einstein (1879-1955) Segundo a minha teoria da relatividade, se algo cair na Terra, um astronauta no espaço e eu aqui na terra, veremos a queda em durações de tempo diferentes. Figure 1 rodada sem jogar.			Marie Curie (1867-1934) Fui pioneira no estudo da radioatividade e descobri os elementos rádio e polônio. Avance 2 casas e conte para os seus amigos.				
43	42		40	39		37	36		34
	Gaeper Vianna (1881-1914) Fui um grande médico parense, descobri a cura para a leishmaniose. Ajudei milhões de pessoas com essa descoberta, e vou ajudar você. Avance 1 casa.		Linus Pauling (1901-1994) Você ficou doente de gripe. Mas eu posso te ajudar, porque descobri a importância da Vitamina C, no seu tratamento. Figure 1 rodada de repouso.			Stephen Hawking (1942-2018) Você caiu em um dos buracos negros que eu pesquisei. Volte para o início do jogo, Hahaha			
45		47	48		50	51		53	FIM

Fonte: Os autores.

Figura 2 - Cartas do Jogo: Cientistas

 Carl Sagan 1934-1996 Foi um dos primeiros a estudar o efeito estufa em escala planetária. AVANCE 1 CASA	 Charles A. de Coulomb 1736-1806 Formei a Lei de Coulomb, que descreve a interação eletrostática entre dois corpos eletricamente carregados. AVANCE 1 CASA	 Leonardo da Vinci 1452-1519 Descobri inglês a eletricidade dos animais através do experimento de coque batido. AVANCE 1 CASA	 Daniel G. Fahrenheit 1686-1736 Foi o inventor do termômetro por dilatação de mercúrio e da "Escala Fahrenheit". AVANCE 1 CASA	 Werner Heisenberg 1901-1958 Formei o Princípio de Incerteza. O mesmo é utilizado para descrever o estado de um elétron. Sua relação é escrita: VOLTE 2 CASAS	 Johannes Kepler 1571-1630 As minhas leis descrevem os movimentos dos planetas de volta ao sol e para os cometas heliocêntricos. VOLTE 2 CASAS
 Louis Pasteur 1822-1895 Você foi petrificado a 60° C, e está sem bactérias. AVANCE 1 CASA	 Gregor Mendel 1822-1884 Eu minha teoria as características das plantas, derivam de elementos hereditários (genes). PASSE A FREZ	 Nicolaus Copernicus 1473-1543 A Terra não está fixa no centro do universo e não girando em órbita circular ao redor do sol. 1 RODADA SEM JOGAR	 Nikola Tesla 1856-1943 Utilizando a eletrodinâmica magnetostática e a indução eletromagnética, inventei a bobina Tesla, transmissão elétrica. VOLTE 2 CASAS	 George Simon Ohm 1787-1854 Com meus estudos sobre a resistência elétrica, Lei de Ohm pode definir sua associação: a de resistências elétricas. RESISTA! VOLTE 1 CASA	 Oswald Cruz 1872-1917 Fui o responsável pela erradicação do febre amarela, da varicela e da peste bubônica no Brasil. AVANCE 1 CASA
 Pierre Curie 1859-1906 Descobri que as substâncias radioativas emitem cargas positivas, negativa e neutras. AVANCE 2 CASAS	 Rosalind Franklin 1920-1958 Capturei a foto que demonstrou que o DNA, em sua forma helical, tem um padrão de simetria. Isso me ajudou a compreender o DNA. AVANCE 1 CASA	 Thomas Edison 1847-1931 Descobri o filamento de lâmpada incandescente, permitindo ter a luz de maneira elétrica. Usai LIZ JÁ! AVANCE 3 CASAS	 J. John Thomson 1827-1907 Meus trabalhos deram entendimento a estrutura atômica, os elétrons eram feitos com tubos de raios catódicos. VOLTE 1 CASA	 Niels Bohr 1879-1962 Os elétrons existem apenas em certas determinadas órbitas, elétrons não podem comportar mais elétrons que as orbitas. VOLTE 1 CASA	 Ronald Rutherford 1871-1937 Percebi que os raios alfa e beta. Você foi atingido. VOLTE 2 CASAS

Fonte: Os autores.

A etapa seguinte consistiu em uma breve apresentação sobre a HC e a aplicação do jogo em uma turma de 30 graduandos do 2º semestre do curso de Licenciatura em Química da Universidade do Estado do Pará (UEPA), foram distribuídos 7 tabuleiros e divididos para equipes constituídas por 4 ou 5 alunos. O jogo pode ser utilizado de duas maneiras: impresso no tamanho A3 e na versão 1.0 digital, que pode ser apresentado com o auxílio de um computador e projetor de imagem.

Na quarta etapa foi realizada a coleta dados, com a aplicação de um questionário contendo 5 questões discursivas, sobre a utilização do jogo e indagações acerca do ensino de HC no ensino de Ciências, o qual foi aplicado antes e após a aplicação do jogo. A última etapa consistiu na análise e tabulação de dados.

Resultados e discussão

Quando questionados sobre a relevância da HC no ensino de Ciências, 100% dos alunos apontaram como conteúdo significativo para o estudo das Ciências Naturais. Tal resultado pode ser evidenciado pela resposta do aluno A ressaltou: “Sim, pois facilita o entendimento dos processos científicos e incentiva ao processo de observações para que a ciência continue se desenvolvendo”. A HC tem como função mostrar aos discentes como ocorre o desenvolvimento de descobertas e a evolução de ideias, que são a base dos conhecimentos científicos ensinados, ou seja, explanar as principais teorias de cientistas que contribuíram para o atual estado científico (CAMPOS, 1931; MARQUES, 2015).

Sobre a importância da HC na formação inicial de professores, 100% dos alunos destacaram a relevância desse tema, como justificou o aluno B: “O professor deve saber o mínimo da História da Ciência para poder ter uma didática boa e interdisciplinar.” Destaca-se a importância das metodologias aplicadas por parte do professor na manutenção do interesse dos alunos, que tem relação direta com os recursos didáticos: “O professor, ao atuar como mediador busca fazer pontes entre o aluno e o conhecimento, o aluno e o mundo, preparando-o para viver com responsabilidade social, com consciência dos seus deveres, cidadania e autonomia” (RAMOS; GOETEN, 2015, p.26).

Nas respostas analisadas, os alunos pedem que os professores busquem recursos didáticos que facilitem a compreensão de determinados temas. Segundo Oliveira (2017), para que os interesses sejam desenvolvidos na relação entre o sujeito e o meio, é necessária uma inter-relação contextualizada entre professores e alunos, de modo que ambos entendam o percurso e possam caminhar juntos num engajamento coletivo, permitindo que se sintam parte da vida escolar, sendo o professor mediador na transmissão deste conhecimento. Máximo-Pereira (2013) relata que estas atividades atuam como um ponto de partida para desenvolver a compreensão de conceitos, além de ser uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e agir sobre o seu objeto de estudo.

No que tange ao conhecimento sobre a importância dos estudos e descobertas dos cientistas, 100% responderam de forma positiva em relação à relevância dos estudos e descobertas para a HC, segundo o aluno D: “Os estudos e descobertas foram essenciais para a formação da História da Ciência”. De acordo com Kuhn (2011a; 2011b), é indispensável que se entenda e reconheça como algo ocorre e o que ele é para, de fato, se chegar a uma descoberta científica.

Quando questionados sobre a utilização de jogos didáticos no ensino, 100% dos discentes aprovaram a aplicação da ferramenta proposta para o ensino de HC, o aluno E respondeu: “Além de melhorar a relação professor-aluno, ajuda numa melhor compreensão da História da Ciência de uma forma mais simples e clara”, demonstrando que pode auxiliar na compreensão dos conteúdos que os alunos apresentam dificuldade. De acordo com Fernandes (2011), quando o professor utiliza atividades que permitem a interação entre os alunos e entre alunos e professor, ocorre a compreensão sobre o conteúdo e os alunos passam de participantes passivos para ativos dentro da dinâmica de aula.

Por fim, os graduandos foram questionados se os conteúdos apresentados no jogo didático facilitaram na compreensão sobre a HC, 97% afirmaram que sim. O aluno G relatou: “Com certeza o conteúdo e o jogo apresentado facilitaram o meu entendimento sobre a história da ciência, pois foi uma maneira mais dinâmica e divertida”. No que tange

à educação, os cursos de graduação em licenciatura, para se associarem aos desafios atuais, devem oportunizar situações que facilitem o entendimento, por parte dos graduandos, de que nas instituições de ensino há fazeres didático-pedagógicos baseados em múltiplas idealizações, as quais exigem ajustes teóricos constantes (FERREIRA; FERREIRA, 2010, p. 7).

Ao tratar da inserção da HC nos currículos dos cursos de licenciatura para o Ensino Básico, é de suma importância lembrar que esses profissionais não têm a formação finalizada ao receberem o diploma, por isso, é necessário pensar na sua formação continuada, onde desenvolverão novos conhecimentos e os já adquiridos serão ressignificados (FERREIRA; FERREIRA, 2010).

Considerações finais

O desenvolvimento do jogo Tabuleiro Químico dos Grandes Cientistas possibilitou uma análise sobre a importância da HC para o ensino, bem como este tema pode ser inserido na formação inicial de professores e na produção de recursos didáticos. Além disso, a abordagem qualitativa das respostas buscou compreender as ideias dos discentes acerca do jogo.

Por meio da análise de dados, concluiu-se que os participantes compreenderam a importância da HC para o Ensino de Ciências e na formação inicial de professores. Também foi evidenciada a importância da utilização de jogos didáticos no ensino, visto que a presente ferramenta atuou como um facilitador para o entendimento do conteúdo proposto.

Os objetivos de produção, aceitação e inserção de conteúdos voltados para HC foram alcançados de forma eficiente. O jogo apresentado criou uma dinâmica agradável e muito bem aceita por parte dos participantes da pesquisa. No entanto, são necessários mais estudos voltados para a produção e utilização de recursos didáticos que busquem a inserção da HC durante a formação inicial e continuada de professores de Ciências da Natureza, com o objetivo de aproximar este tema transversal da sua prática docente.

Referências

CAMPOS, F. **Reforma do ensino secundário**. Decreto 19890, 18 de abril de 1931. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-19890-18-abril-1931-504631-republicacao-141247-pe.html>. Acesso em: 11 out. 2019.

DOHME, V. **Atividades lúdicas na educação: o caminho de tijolos amarelos do aprendizado**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

DUARTE, M. C. A História da Ciência na prática de professores portugueses: implicações para a formação de professores de Ciências. **Ciência & Educação**. Vol. 4, n. 3, p. 317-331, 2004.

FELICETTI, S.A.; CRISOSTIMO, A.L.; SANTOS, S.A. As percepções de pós-graduandos de um mestrado na área de ensino acerca da Ciência na História. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 19, p. 14-38, 2019.

FERNANDES, C.C.M. A pesquisa em sala de aula como instrumento pedagógico: considerações para sua inclusão na prática pedagógica. **Dialógicos Educ. R.**, v. 2, n. 2, 2011.

FERREIRA, A.M.P.; FERREIRA, M.E.M.P. A História da Ciência na formação de professores. **História da Ciência e ensino: construindo interfaces**, v. 2, p. 1-13, 2010.

HIDALGO, M.R.; LORENCINI JUNIOR, Á. Reflexões sobre a inserção da História e Filosofia da Ciência no ensino de Ciências. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 14, p. 19-38, 2016.

HÖTTECKE, D.; SILVA, C. Why implementing history and philosophy in school Science education is a challenge: an analysis of obstacles. **Science & Education**, v. 20, p. 293-316, 2011.

KISHIMOTO, T.M. O jogo e a Educação Infantil. *In*: KISHIMOTO, T.M. **Jogo, Brinquedo, Brincadeira e a Educação**. São Paulo, Cortez Editora, 4ª Edição, 1996.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 2011a.

KUHN, T. S. **A tensão essencial**: estudos selecionados sobre tradição e mudança científica. São Paulo: Unesp, 2011b.

LIBANEO, J.C. Tendências pedagógicas na prática escolar. **Revista da Associação Nacional de Educação – ANDE**, v. 3, p. 11-19, 1983.

MAINART, D.A.; SANTOS, C.M. A importância da tecnologia no processo ensino-aprendizagem. *In*: CONGRESSO VIRTUAL BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO, 7. **Anais...**2010.

MARQUES, D.M. Formação de professores de ciências no contexto da História da Ciência. **História da Ciência e ensino**: construindo interfaces, v. 11, p. 1-17, 2015.

MARTINS, A.F.P. História e Filosofia da Ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 212-131, 2007. Acesso em: 08 maio 2019.

MAXIMO PEREIRA, M. Interações discursivas em pequeno grupo durante uma atividade investigativa sobre determinação da aceleração da gravidade. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 2, 2013.

MIRANDA, A. C. B; JÓFILI, Z. H. S; LINS, M. **Alfabetização ecológica e formação de conceitos na Educação Infantil por meio de atividades lúdicas**. Porto Alegre: ArtMed, 2010.

MOTA, G.C.; CLEOPHAS, M.G. História da Ciência: elaborando critérios para analisar a temática nos livros didáticos de Química do Ensino Médio. **História da Ciência e Ensino**: construindo interfaces, v. 11, p. 33-55, 2015.

PRESTES, M.E.; CALDEIRA, A.M. Introdução. A importância da história da ciência na educação científica. **Filosofia e História da Biologia**, v. 4, p. 1-19, 2009.

RIBEIRO, G.; SILVA, J.L. A relevância da História da Ciência para o ensino de Ciências: elementos introdutórios. **Revista Acadêmica Gueto**, v. 9, p. 1, p. 12-25, 2017

RAMOS, K.R.; GOETEN, A.P.M. Aspectos motivacionais e a relação professor-aluno: um estudo com alunos do ensino médio. **Caminhos da Educação**, v. 7, n. 1, 2015.

SOARES, M.H.F.B. **Jogos e atividades lúdicas para o ensino de Química**. Goiânia: Editora Kelps, 2013

SOUZA, M.G. **O uso da internet como ferramenta pedagógica para os professores do Ensino Fundamental**. Monografia (Curso de Licenciatura Plena em Informática) – Universidade Aberta do Brasil, Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia, Tauá, 2013.

OKI, M.C.M.; MORADILLO, E.F. O ensino de história da química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 1, p. 67- 88, 2008.

OLIVEIRA, C.R. **A indiferença de estudantes do ensino médio pelo conhecimento escolarizado**: reflexões de um psicólogo a partir da perspectiva Histórico-Cultural. 2017. 90f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Psicologia) - Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas-SP, 2017.

TRINDADE, L.S.P. et al., História da Ciência e ensino: Alguns desafios. *In*: BELTRAN, M. H. R.; SAITO, F.; TRINDADE, L.S.P. **História da Ciência**: tópicos atuais, org. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2010. p. 119-133.

AS CONTRIBUIÇÕES DE VICENTE COELHO DE SEABRA SILVA E TELLES COMO METODOLOGIA PARA O ENSINO DE NOMENCLATURA QUÍMICA: UM TÓPICO PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Stephany Alice Pereira Monteiro

Cássia de Paula Freitas da Silva

Gysele Maria Morais Costa

André Silva dos Reis

Maria Dulcimar de Brito Silva

Considerações iniciais

A disciplina Química na Educação Básica ainda é apresentada como um assunto desinteressante pelos alunos, é vista de forma complexa, pois envolve cálculos matemáticos, símbolos químicos, interpretações e conhecimentos sobre as demais Ciências Naturais (Física e Biologia). Isto impõe ao professor desafios na abordagem dos conteúdos, dificultando a aprendizagem dos alunos.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs, 2002) apresentam alternativas para promover o ensino de Química associado às vivências dos alunos, envolvendo a linguagem, a tecnologia e a historicidade, destacando-se a abordagem metodológica da História da Ciência (HC), na qual é possível desenvolver a perspectiva histórica do conhecimento científico (FELICETTI; CRISOSTIMO; SANTOS, 2019).

A abordagem da HC surge como uma didática pedagógica capaz de construir o conhecimento do presente utilizando o passado (CALLEGARIO et al., 2015), pois aborda fatos históricos e personagens, especialmente brasileiros, dentro do conteúdo. Neste sentido, o cientista brasileiro Vicente Coelho de Seabra Silva Telles foi um personagem importante para o conteúdo de Química Inorgânica, pois foi responsável pela tradução para a língua portuguesa dos postulados de Lavoisier sobre a nova nomenclatura química.

Assim, esta pesquisa visa contribuir para a formação de professores, estes atores do ensino-aprendizagem ainda apresentam uma visão distorcida sobre a Ciência, ocasionando um ensino descontextualizado

e simplista. A oficina denominada “As contribuições de Vicente Seabra da Silva Telles para a nomenclatura química” teve o objetivo de abordar a História da Ciência como uma metodologia de ensino nas aulas de nomenclatura química, a partir das contribuições do cientista brasileiro para contextualizar e dinamizar as aulas de Química, bem como, subsidiar a formação de professores em História da Ciência.

A importância da utilização da História da Ciência no ensino de Química e na formação de professores

O conhecimento científico tem um papel fundamental na sociedade, sendo responsável pelo desenvolvimento de tecnologias aplicáveis em variados setores como a saúde, indústria e comunicação, além de explicar os fenômenos, teorias e fatos que regem e mudam a sociedade. Contudo, a Ciência, demonstrada em sala de aula, é apresentada de maneira anacrônica, fragmentada em pacotes fechados à argumentação, ao questionamento e à dúvida, como se tivessem surgido de repente (GOULART, 2005).

Neste sentido, a HC desponta como uma ferramenta metodológica que possibilita preencher lacunas que dificultam o ensino de Química, pois, utiliza dados históricos que facilitam a compreensão acerca dos conteúdos ministrados em sala de aula, contribuindo para o progresso do pensamento científico que será utilizado no cotidiano (MARTORANO; CARMO; MARCONDES, 2014; CALLEGARIO et al., 2015).

De acordo com Ferreira e Ferreira (2010), o conhecimento passa a ser instrumental no momento em que deixa de possuir valor em si e se transforma em pura ferramenta para alcançar um objetivo estranho ao seu próprio teor, isto é, o aprender não deve ser apenas por necessidade de ampliação de consciência e compreensão do mundo, mas deve ser utilizado para transformação em prol do bem-estar social. Nesse sentido, é importante que os futuros educadores compreendam a construção do conhecimento científico e busquem por métodos de ensino que contextualizem o assunto ministrado em sala de aula, para que os alunos possam entender que a evolução do pensamento científico depende das influências de fatores sociais, políticos, filosóficos e religiosos.

Neste contexto, a inserção da História da Ciência configura-se como uma ferramenta didático-pedagógica a ser utilizada pelos docentes, pois, ao introduzir alguns tópicos históricos no conteúdo de Química, há uma transformação e transmissão de conhecimentos sobre a natureza, as técnicas e as sociedades, em diferentes épocas e culturas, o que demonstra que podem ser estabelecidas interfaces entre a História da Ciência e ensino, por ser uma área interdisciplinar, representando um espaço privilegiado para reflexão e contextualização das Ciências Naturais, Exatas e Humanas (BELTRAN; FUMIKAZU; TRINDADE, 2014).

Vicente Coelho de Seabra Silva e Telles e a criação da nomenclatura química para a língua portuguesa

Entre 1772 e 1785, houve um fluxo constante de alunos aristocratas brasileiros para Portugal, com intuito de estudar na recém-criada Faculdade de Filosofia e nos cursos de Direito, Teologia, Medicina e Filosofia Natural, sendo que o último incluía matérias como Zoologia, Botânica, Mineralogia, Física e um ano inteiro dedicado à Química (LUNA, 2013). Um desses alunos foi o futuro químico Vicente Coelho de Seabra Silva e Telles, natural de Congonhas dos Campos em Minas Gerais (MG). Não há documentos que comprovem sua data de nascimento, no entanto, no documento de matrícula na Universidade de Coimbra consta que seu nascimento ocorreu em 1764.

Em 1775, aos 11 anos, foi mandado para estudar na principal escola de Minas Gerais, o Seminário de Nossa Senhora da Boa Morte, na cidade de Mariana. Nesta escola, ele estudou Gramática, Filosofia e Teologia Moral, pois neste período não havia matéria na área das Ciências (JORNADA; GOMES; BARRETO, 2014).

Em meados de 1783, Vicente iniciou seus estudos na Universidade de Coimbra, matriculando-se no primeiro ano de Matemática e no segundo ano de Filosofia. Em 1786, formou-se em Filosofia e neste mesmo ano começou seus estudos em Medicina, concluindo-os em 1790. No ano de 1791 obteve o título de doutorado em Filosofia, devido ao decreto real concedido pela Rainha D. Maria I, pelos seus méritos acadêmicos.

Telles escreveu importantes obras no ramo da Química. Aos 23 anos publicou sua primeira obra intitulada *Dissertação sobre Fermentação em Geral e suas Espécies* (1787), que possui 55 páginas em que o químico introduz a teoria de Lavoisier sobre o oxigênio e explica a classificação da fermentação de Boerhaave, a saber: Espirituosa, Ácida e Pútrida.

Em 1788, Telles publicou a primeira parte do *Elementos de Química*, obra que constitui o primeiro texto de Química Moderna em português, possuindo 54 páginas que fazem menção ao conceito do escopo da Ciência Química e discute que a Química é uma ciência prática e que se dev confiar no método experimental dela.

A segunda parte da obra *Elementos de Química* foi publicada em 1790, acrescentada a primeira parte, iniciando na página 55 e finalizando na página 461. A obra contém uma extensa lista de Química Descritiva, além de tratar de assuntos como afinidade química e descrições de substâncias orgânicas (FILGUEIRAS, 2015).

As obras *Elementos de Química I e II* são consideradas os livros mais importantes de Telles, por serem as primeiras obras científicas escritas por um químico brasileiro, seguindo a linha de raciocínio de Lavoisier.

Em 1801, foi publicada a *Nomenclatura Chimica Portuguesa, Françeza e Latina*, a segunda obra mais importante de Telles, O livro possui 121 páginas, dividido em Introdução, Sinonimia portuguesa, Sinonimie Françoise, Dicionário Portuguez, Francez, Latino para a nova nomenclatura chimica, com intuito de racionalizar a nomenclatura química em português, seguindo o sistema proposto por Lavoisier e usando desinências latinas.

O dicionário em português possui um total de 19 páginas, cada uma com cerca de 40 nomes antigos seguidos dos termos correspondentes, de acordo com a nova nomenclatura química, ambos em português. Os nomes das substâncias são apresentados em ordem alfabética das designações antigas das substâncias em português e os nomes novos ao lado. Além do dicionário, há também conceitos sobre afinidade, agregado, agregação, calcinação, combustão e flogisto (LUNA, 2013).

A necessidade da normatização e unificação dos termos usados nas Ciências Químicas se justifica porque os portugueses utilizavam muito desinências latinas e francesas nos seus escritos e Telles defendia a adoção para a língua portuguesa. Por exemplo, na tradução da substância que possui o elemento fósforo (P), se algum composto tivesse a quantidade máxima de oxigênio à terminação em português seria “ICO”, se o composto tivesse uma quantidade mínima de oxigênio, a terminação seria “OSO” e se fossem sais com quantidades baixas de oxigênio teria a terminação “ATO”, “ITO” ou “ETO”, como apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 - Nomenclatura empregada por Vicente Seabra Telles a partir da tradução do livro *Méthode de la Nomenclature Chimique* de Lavoisier

<i>Nomenclatura empregada por Lavoisier</i>	<i>Nomenclatura empregada por Vicente Seabra</i>	<i>Nome em latim traduzidos por Vicente</i>	<i>Fórmula molecular atual das substâncias</i>
Acide phosphorique	Ácido fosfórico	Acidum phosphoricum	H_3PO_4
Acide phosphoreux	Ácido fosforoso	Acidum phosphorosum	H_2PO_3
Phosphate	Fosfato	Phosphas	$(PO_{4/3})^-$
Phosphite	Fosfito	Phosphis	$(PO_{3/2})^-$
Phosphure	Fosforeto	Phosphoretum	P_{3-}

Aplicação da proposta metodológica

Esta pesquisa possui cunho qualitativo, pois, de acordo com Oliveira (2008), o pesquisador qualitativo pauta seus estudos na interpretação do mundo real, preocupando-se com o caráter hermenêutico na tarefa de pesquisar sobre a experiência vivida dos seres humanos.

Para obtenção de resultados, foi realizado uma oficina denominada “As contribuições de Vicente Coelho de Seabra Telles para a nomenclatura química”, desenvolvida na Universidade do Estado do Pará (UEPA) e aplicada a 12 graduandos do Curso de Licenciatura Plena em Ciências Naturais - Habilitação Química. Nesta oficina, abordou-se as contribuições de Vicente Seabra Telles atrelada a uma interface

entre a construção histórica da nomenclatura química com os conceitos utilizados atualmente no conteúdo de Nomenclatura de Química Inorgânica.

A oficina foi desenvolvida em três momentos: no primeiro momento, foi aplicado um questionário com três perguntas fechadas, a fim de obter as concepções prévias acerca do conhecimento do referido cientista. No segundo momento, foi realizada uma apresentação acerca da vida e obra de Telles, em seguida, apresentou-se o conteúdo de Química Inorgânica; ao final, desenvolveu-se uma atividade lúdica para a fixação dos conceitos denominado “Dados Inorgânicos”, apresentada na Figura 1. O jogo consistiu em dois dados para cada função inorgânica (ácidos, sais, óxidos e bases) e nas faces de um dos dados tinha escrito alguns elementos químicos. Ao final da oficina foi aplicado um outro questionário a fim de averiguar o nível de assimilação com a aplicação da proposta metodológica.

Figura 1 - Atividade lúdica chamada de Dados Inorgânicos



Resultado e Discussão

Neste tópico, apresentam-se os resultados dos dois questionários aplicados durante a oficina, o primeiro versa sobre o conhecimento prévio dos graduandos e o segundo acerca das contribuições da oficina.

Acerca do conhecimento prévio dos graduandos, percebeu-se que a maioria, cerca de 83,3%, já possuía contato com a História da Ciência, seja sobre nomenclatura química ou outros conteúdos. Nesse contexto, tornou-se mais compreensivo o ensino ao contextualizar o conhecimento científico e o exercício histórico, fornecendo aos estudantes uma oportunidade de questionar e compreender melhor os

processos sociais, econômicos e culturais passados e contemporâneos (BRASIL, 2006).

Quando perguntados se já ouviram falar sobre o cientista brasileiro Vicente Coelho de Seabra Silva e Telles, 91,6% responderam que “não”. Nota-se que muitos não tinham conhecimento sobre este cientista e muito menos sobre suas contribuições para o ramo da Química. Dessa forma, pode-se afirmar que a temática escolhida para a pesquisa foi algo inovador e com certeza contribuiu para a formação dos graduandos.

Por fim, ao perguntar se os graduandos possuíam algum conhecimento prévio sobre o conteúdo de Nomenclatura Química, cerca de 91,6% afirmaram que “sim”. Os resultados mostraram que a maioria dos graduandos conhece os conceitos e regras da Nomenclatura Química, o que permitiu abordar tranquilamente os conteúdos durante o decorrer do minicurso, de maneira que foi possível demonstrar aos futuros professores uma metodologia diferenciada para abordar o conteúdo.

Ao final da oficina, foi entregue outro questionário, o qual continha em três perguntas discursivas, com intuito de avaliar a metodologia aplicada. Ao perguntar se “a história da Ciência proporcionou compreensão acerca do tema abordado”, obteve-se os seguintes relatos:

Sim. A contextualização e a interdisciplinaridade que foram abordados facilitaram o entendimento do assunto, que é considerado massivo (Graduando H).

Sim, de forma clara, onde eu pude compreender melhor como foi formado nome dos elementos químicos para o português (Graduando R).

Com certeza, envolveu todo um contexto histórico e mostrou como surgiu determinados termos que hoje estudamos em química (Graduando P).

Dessa forma, percebeu-se que a História da Ciência contribuiu para compreensão do tema em questão, pois ela é um elemento motivador, além de contextualizar o conhecimento científico e apresentar o tema Nomenclatura Química, em uma perspectiva histórica, o que auxilia os futuros educadores a encarar a Ciência como fruto da atividade humana construída ao longo dos anos. Conforme Castro e Carvalho

(1992), a História é de fundamental importância, pois, ao conhecer o passado, o aluno entenderá as dificuldades encontradas ao longo da evolução da ideia entendendo melhor o conteúdo em sala de aula.

Quando questionados se “a proposta metodológica da História da Ciência abordada ao conteúdo de nomenclatura química despertou seu interesse”, obteve-se os seguintes relatos:

Sim, pois me permitiu saber de algumas informações novas e do cientista brasileiro Vicente Seabra que não o conhecia (Graduando C).

Sim. Pude compreender o contexto histórico que corroborou para a iniciativa de traduzir os estudos de Lavoisier e quanto essas traduções influenciaram o avanço dos estudos do químico brasileiro (Graduando H).

Sim, pois não tinha ideia de como abordar a história da ciência com assuntos mais complexos como o de nomenclatura química e essa correlação de conteúdos torna as aulas mais proveitosas (Graduando A).

De acordo com as respostas, foi possível observar as vantagens sobre a inserção da História da Ciência em conteúdos, as quais são defendidas por autores como Matthews (1995), Goulart (2005) e Callegario et al. (2015), que ressaltam que a História da Ciência pode motivar, mediar, articular, integrar e seduzir os alunos, tornando as aulas mais interessantes e desmistificadora da Ciência, pois a História permite aproximar a Ciência do indivíduo, o que tornaria o conhecimento não apenas mais interessante como compreensível, de maneira a humanizar a Ciência (FERREIRA; FERREIRA, 2010).

Ao questionar acerca do fato que mais chamou a sua atenção na oficina, destacam-se os seguintes relatos:

Do fato dessa personalidade brasileira ser a primeira pessoa a trabalhar na tradução da nomenclatura para o português (Graduando V).

A história de Vicente Seabra e sua contribuição para o estudo da nomenclatura química brasileira (Graduando H).

O cientista Vicente Seabra, que foi importante na tradução das regras de nomenclatura e que eu não conhecia (Graduando C).

Pode-se observar, através dos relatos, que ao inserir as contribuições de um cientista brasileiro ao conteúdo de Química, houve o despertar do interesse dos graduandos, pois a história da descoberta de um conceito mostra não somente como o conceito foi criado, mas, sobretudo, seu porquê; a história mostra as questões e soluções para a concepção de um conceito, revelando o papel do conceito na teoria, sua função e seu significado (DIAS, 2001).

Dessa forma, a utilização dos conceitos históricos na introdução do conteúdo de nomenclatura química contextualiza desmitifica a Ciência, tornando o conteúdo mais interessante e motivador, de modo que o aluno passa a ter uma visão mais crítica acerca da Ciência.

Considerações finais

Esta pesquisa concentrou-se em discutir uma proposta de inserção da História da Ciência no ensino de Química, a partir do minicurso para formação de professores, tendo como ponto de partida o desenvolvimento histórico do conteúdo de nomenclatura química. Procurou-se evidenciar a História da Ciência como uma metodologia de ensino nas aulas de nomenclatura química, a partir das contribuições de um cientista brasileiro, como forma de contextualizar e dinamizar as aulas de Química, através da formação de professores.

Diante dos resultados obtidos na realização do trabalho e com referência a contextualização com conteúdos de Química, pode-se concluir que o minicurso “As contribuições de Vicente Seabra Coelho da Silva Teles para a nomenclatura química” possibilitou a compreensão da História da Ciência, além de demonstrar que ela pode desenvolver a criticidade, levando os graduandos a entender a utilização desta interface para facilitar a aprendizagem e demonstrando que o ensino pode ser dinâmico, atrativo, bem como promovendo aprendizagem tanto para o professor quanto para o aluno.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCN + Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza**, v. 2. Brasília: MEC, 2006.

BELTRAN, M.H.R.; FUMIKAZU, S.; TRINDADE, L.S.P. **História da Ciência para a Formação de Professores**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014. (Série temas em história da ciência)

CALLEGARIO, J.L. et al. A história da ciência no ensino de química: uma revisão. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 3, maio-jun. 2015.

CASTRO, R.S.; CARVALHO, A. M. P.: História da Ciência: investigando como usá-la num curso de segundo grau. **Cad. Cat. Ens. Fís.**, v.9, n. 3, p. 225-237, dez.1992.

DIAS, P.M.C, A (Im) Pertinência da História ao Aprendizado da Física (um estudo de caso). **Revista Brasil de Ensino de Física**, v. 23, n. 2, p. 226-235, 2001.

FERREIRA, A.M.P.; FERREIRA, M.E.M.P. A história da ciência na formação de professores. **História da ciência e ensino: construindo interfaces**, v. 2, p.1-13, 2010.

FELICETTI, S.A.; CRISOSTIMO, A.L.; SANTOS, S.A. As percepções de pós-graduandos de um mestrado na área de ensino acerca da Ciência na História. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 19, p. 14-38, 2019.

FILGUEIRAS, C.A. **Vicente Coelho de Seabra Silva Telles: o primeiro químico moderno**. Origens da química no Brasil. Campinas, SP: Editora da Unicamp; São Paulo, SP: Sociedade Brasileira de Química; Campinas, SP: Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência/ Unicamp, 2015.

GOULART, S.M. História da Ciência: Elo da dimensão transdisciplinar no processo de formação de professores de ciências. *In: LIBANEO, J. C.; SANTOS, A. (org.). Educação na era do conhecimento em rede e transdisciplinaridade*. Campinas, SP: alínea, 2005.

JORNADA, J. I. P.; GOMES, M. F. T.; BARRETO, M. R. N.: Vicente Coelho de Seabra Silva e Telles: 250 anos de nascimento. **Scientiarum História**, v. 7, 2014.

LUNA, F. J. Vicente Seabra Telles e a criação da nomenclatura em português para a Química ‘nova’ de Lavoisier. **Química Nova**, v. 36, n. 6, p. 921-926, 2013.

MARTORANO, S.A.A.; CARMO, M.P.; 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**, v. 9, p. 19-35, 2014.

MATTHEWS, M.R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 164, 1995.

OLIVEIRA, C. L. Um apanhado teórico-conceitual sobre a pesquisa qualitativa: Tipos, técnicas e características. **Revista Travessias**, v. 2, n. 3, 2008.

INTERFACE DIDÁTICA ENTRE A LITERATURA E O ENSINO DE QUÍMICA: ATIVIDADES EXPERIMENTAIS EM UMA ABORDAGEM DO LIVRO A TABELA PERIÓDICA DE PRIMO LEVI

Rayane Sabrina dos Reis de Sousa

Maria Dulcimar de Brito Silva

Caio Renan Goes Serrão

Considerações iniciais

A relação entre o ensino de Ciências e a Literatura tem sido objeto de reflexões e pesquisas com apontamentos bastante favoráveis a tal aproximação, mesmo em áreas aparentemente tão distintas. Assim, como afirma Hossaka (2014), estudos, a partir de textos literários em disciplinas de caráter científico, como é o caso da Química, podem trazer significativas contribuições para o processo de ensino e aprendizagem, no sentido de promover situações que problematizem os valores humanos e os significados da Química no contexto social.

Como exemplo dessa articulação entre o ensino Ciências ou Química e a Literatura, destacam-se a abordagem de Simon (2009), que analisa alguns capítulos do livro *Os botões de Napoleão – as 17 moléculas que mudaram a história*, em que desenvolveu uma atividade teatral concomitante ao estudo sistemático das funções químicas, sinalizando a relevância da literatura de divulgação científica como um potencial recurso didático. Outro exemplo é tratado por Piassi (2015), ao analisar dois romances de autores consagrados como *A Caverna* de José Saramago (2000) e *Naná* de Émile Zola (2003), procurando desenvolver parâmetros metodológicos para oferecer aos educadores instrumentos para a inclusão desse tipo de obra em seus projetos pedagógicos.

Além deste aspecto, Beltran (2013) ainda sinaliza que pesquisadores em ensino de Química vêm manifestando de forma cada vez mais intensa a valorização da História da Ciência como importante componente na formação tanto dos estudantes quanto dos professores. Incorporar propostas que possibilitem a contextualização sociocultural dos conteúdos, como é o caso de textos literários, são consideradas relevantes, para que o professor, o material didático e as atividades pro-

postas possam apontar os caminhos a serem trilhados pelo estudante na aquisição de novos conhecimentos.

O livro *A Tabela Periódica* (1994), do escritor italiano Primo Levi, tem se destacado no ensino de Química por ser uma obra memorialista, ao fazer da sua vida e da relação com a Química um dos temas de sua produção literária, pois sua experiência como prisioneiro dos nazistas, durante a Segunda Guerra, deu origem a uma literatura que, primeiramente, apega-se à temática concentracionária, para depois se aventurar nos campos da fantasia e da ficção-científica (MACIERA, 2019).

Para Primo Levi a química é muito mais do que o simples aprendizado de uma disciplina ou o exercício de um ofício, é uma experiência de vida, que não pode ser separada do homem, que irá transformá-lo e, ao mesmo tempo, será moldada segundo qualidades de quem é o seu portador. Embora sua obra não obedea a uma cronologia rígida, e nem seja esta sua intenção, ao nos depararmos com os textos que remetem a diferentes momentos de sua vida, observamos que a sua relação com a química está em constante transformação, em que o químico Levi, foi também fruto do tempo (PINTO NETO, 2008, p.04).

Na perspectiva de evidenciar o potencial deste livro para a História da Ciência e para o ensino de Química, chama-se atenção para o fato de que os professores de Química busquem aliar a leitura de diferentes obras aos conteúdos ministrados e metodologias aplicadas em sala de aula, visto que a utilização destes nas disciplinas pode favorecer, segundo Gonçalves (2014), o estabelecimento de práticas interdisciplinares que facilitem a aprendizagem dos alunos. Dentre estas práticas, destaca-se a experimentação, na qualidade de um conteúdo, que pode ser utilizada mediante sugestões inovadoras de como abordá-la.

Entre sugestões de abordagem, no presente trabalho, examina-se o livro *A Tabela Periódica* do escritor Primo Levi, com a finalidade de sinalizar seu potencial na abordagem da experimentação, de modo a criar uma ponte entre a Literatura e a História e/ou ensino de Química, a partir da realização de experimentos químicos concomitante

a discussão de dois capítulos da referida obra – “Hidrogênio” e “Estanho”. As práticas experimentais seguiram o método de resolução de problemas, que Primo Levi reconheceu como um método importante na construção do conhecimento científico.

Hidrogênio e Estanho: breve narrativa

Embasado nos escritos do livro *A Tabela Periódica*, utilizando como leitura contextualizada, a obra mescla elementos históricos e científicos, bem como apresenta potencialidades para serem utilizados em componentes curriculares da área de Química, sobretudo, na busca pela interdisciplinaridade. Para Primo Levi, nos seus vinte e um capítulos, cada um intitulado com o nome de um elemento químico, a Química deixa de ser apenas Ciência e se torna vivência, fazendo dela sua profissão de fé e rota possível de sobrevivência (GONÇALVES, 2014).

Em “Hidrogênio”, terceiro capítulo da obra, Levi tece os fios condutores de sua memória, narrando o tempo em que era estudante secundarista, a sua expectativa de fazer da química uma profissão e a relação com Enrico, seu amigo. Neste capítulo é retratada a realização de alguns experimentos no laboratório do irmão de Enrico, e o quanto Levi tinha fascínio pela Química ou qualquer elemento relacionado a ela. O seu primeiro impacto foi que, ao adentrar neste espaço, reconhece sua falta de habilidade para o manuseio dos equipamentos de laboratório.

Os vidros do laboratório nos encantavam e nos intimidavam. O vidro, para nós, era aquilo que não se deve tocar porque se rompe e, no entanto, num contato mais íntimo se revelava uma matéria diferente de todas, particular, cheia de mistério e capricho. Nisso é semelhante à água, que não tem congêneres: mas água está ligada ao homem, ou mais precisamente a vida [...]. O vidro, porém, é obra do homem e tem história mais recente. Foi nossa primeira vítima, ou melhor, nosso primeiro adversário (LEVI, 1994, p. 30).

Nessa e outras passagens, é evidenciado que as práticas químicas exigem algo a mais de quem as executa, pedem um conjunto de

habilidades que precisam ser adquiridas, sem as quais o químico estará fadado ao fracasso (PINTO NETO, 2008). Mesmo inexperiente, Levi demonstra habilidades em conhecimentos conceituais, domínio do conhecimento científico, emergindo nesse contexto o trabalho de um químico que, ao longo do capítulo, tem a destreza de construir um problema, formular uma hipótese, realizar experimento, observa e chegar a conclusões.

Ergui com cuidado o vidro do cátodo e, mantendo-o emborcado, acendi um fósforo e aproximei. Deu-se uma explosão [...]. Fomos embora, comentando o acontecido. A mim, tremiam-me um pouco as pernas; sentia medo retrospectivo e, ao mesmo tempo, um orgulho tolo por haver confirmado uma hipótese por haver desencadeado uma força da natureza. Então era mesmo o hidrogênio: o mesmo que queima o sol e nas estrelas de cuja condensação, em eterno silêncio, se formam os universos (LEVI, 1994, p. 33).

Em “Estanho”, décimo sétimo capítulo, Levi fala de Emílio, que trabalhavam juntos em uma fábrica de vernizes com um “espírito” de ousadia empreendedora, mesmo em meio a dúvidas de um futuro incerto, e que decidira pedir demissão para viver uma profissão livre. Relata Primo Levi (1994, p.187): “jamais teria abandonado a fábrica..., não fosse a insistência de Emílio exaltando a aventura e a glória de uma profissão livre. Estava bastante consciente do risco que corria, mas sabia que a concessão de errar se restringe com os anos [...]”. A história aqui apresentada narra a construção de um laboratório na casa dos pais de Emílio, especificamente na cozinha, onde produziam cloreto de Estanho para vender aos fabricantes de espelho, substância pela qual eles estavam vivendo (ou melhor, tirando o sustento).

Este momento foi conturbado para Levi, pois tinha acabado de se casar. O negócio em parceria com Emílio não estava progredindo: “[...] nem é preciso esperar muito para perceber que um erro é um erro: no fim de cada mês fazíamos as contas, e se tornava cada vez mais claro que só de cloreto de estanho o homem não vive; ou pelo me-

nos não vivia eu” (LEVI, 1994, p. 187). Nesta passagem, nota-se que a Química para Levi é muito mais do que o simples aprendizado de uma disciplina ou o exercício de um ofício, é uma experiência de vida, que não pode ser separada do homem, que irá transformá-lo e, ao mesmo tempo, será moldada segundo qualidades de quem é o seu portador (PINTO NETO, 2008).

A experimentação em uma abordagem literário-científica

É consenso no meio educacional e de políticas públicas para a educação, a importância do domínio do conhecimento científico na formação de todas as pessoas. A atividade científica tem sido estudada por filósofos, epistemólogos, historiadores e sociólogos sobre concepções que se têm sobre as Ciências e a atividade científica. Elas provêm da análise do trabalho dos cientistas por diversos métodos, sustentam ideias sobre o papel do experimento, dos tipos de raciocínio, das teorias, dos cientistas e de outros agentes que participam do desenvolvimento das Ciências (MARCONDES, 2018; SASSERON, 2018).

O novo documento normativo da educação brasileira, a Base Comum Curricular (BNCC) para a área das Ciências da Natureza, propõe um ensino que deve ocorrer na articulação com outros campos do saber, o acesso à diversidade do conhecimento científico produzido ao longo da história, bem como a aproximação gradativa dos principais processos, práticas e procedimentos de investigação científica (SASSERON, 2018).

Segundo Hossaka (2014), na busca por contribuir para a melhoria da qualidade do ensino e da aprendizagem em Química, muitas pesquisas constataram que diferentes sistemas de avaliação têm revelado a leitura, a interpretação e a compreensão de textos como lacunas na formação de alunos em diferentes níveis de ensino. Neste sentido, a análise de uma obra literária abre caminho para um ensino interdisciplinar, promovendo o desenvolvimento de competências inerentes ao ensino das Ciências e da Literatura, envolvendo alunos e professores de áreas distintas numa tarefa comum (GALVÃO, 2006).

Apesar de existirem diversas ferramentas de inovação na educação, em especial, no ensino de Química, atualmente, a Química como

componente curricular continua sendo uma Ciência desligada do dia a dia dos alunos, fazendo-se necessária a contextualização na abordagem dessa disciplina, de modo a estimular o interesse dos estudantes. Para o campo da Química e da Educação Química, uma das bases para a estrutura da disciplina é a experimentação. Esse recurso pedagógico é uma ferramenta importante no processo de ensino-aprendizagem, que desperta forte interesse entre alunos de diversos níveis de escolarização (SABALLA et al., 2017).

A experimentação por intermédio da Literatura ainda é principiante. Entretanto, nos estudos de Gonçalves (2014) do livro *A Tabela Periódica*, constatou que há vários trechos que podem ser examinados e utilizados em temáticas na área de ensino da Química e no estudo em torno da experimentação, relevantes para desenvolver a argumentação acerca da pertinência da obra em questão. A exploração deste recurso no ensino de Química pode ser uma forma de fomentar a desejável interdisciplinaridade, podendo ser enriquecida com o apoio de outras áreas do conhecimento como a de História das Ciências.

Percurso metodológico

De acordo com Zanetic (2006), as obras literárias podem favorecer aprendizagens diversas. Para o livro *A Tabela Periódica*, há vários trechos que podem ser utilizados no estudo em torno da experimentação. Nesta perspectiva, o trabalho foi desenvolvido seguindo algumas etapas:

Caracterização do público-alvo

O presente trabalho foi realizado no Centro de Ciências e Planetário do Pará, com 23 alunos de graduação da Universidade do Estado do Pará dos cursos de Licenciatura em Pedagogia, Licenciatura em Biologia, Licenciatura em Física e Licenciatura em Química.

Abordagem teórica e prática

Para articular a Literatura e o ensino de Química, foram selecionados dois capítulos do livro *A Tabela Periódica* – Hidrogênio e Estanho. A abordagem levantou discussões sobre a atividade de um químico, o método de resolução de problemas para a construção do conhecimento científico, o uso de atividades experimentais em sala de aula, bem como

o papel do professor no repensar em sua prática pedagógica. Aliado ao texto, foram formados três grupos, cada um com a responsabilidade de desenvolver um experimento químico – reação de neutralização (titulação), cinética química (temperatura, superfície de contato, catalizador e concentração) e reação química (obtenção de iodofórmio). O objetivo das práticas era apresentar conceitos químicos, estimulando o ato de explicar e fundamentar os fenômenos.

Coleta de dados

Trata-se de um estudo de abordagem qualitativa, pois este tipo de pesquisa possibilita o uso de multimétodos de investigação, permitindo visualizar o objeto e a compreensão da realidade subjetiva (MINAYO, 2010). Para a coleta de dados e análise dos resultados, foi aplicado um questionário para que os alunos pudessem avaliar a atividade desenvolvida.

Resultados e discussões

As contribuições da obra *A Tabela Periódica*, aliada às atividades experimentais, possibilitaram aos estudantes de graduação construir um novo significado sobre as diferentes abordagens no ensino de Química, demonstrando que é possível fazer a interdisciplinaridade entre a Literatura e a Química. Ao serem questionados sobre as percepções que tinham sobre o uso de obras literárias no ensino de Química, os alunos apresentaram respostas significativas, entre elas destacam-se:

Ainda não tinha conhecimento dessa forma de abordar um conteúdo, foi uma experiência enriquecedora principalmente pelo livro, as histórias sobre as experiências química feita pelo primo Levi. É uma proposta diferente que os alunos iriam aprender muito assim como nosso grupo aprendeu. (Aluno 1)

Além de ajudar na compreensão do assunto pelos alunos, o professor também é beneficiado quanto ao aprimoramento de suas aulas. (Aluno 2)

Com apontamentos favoráveis, foi observado que o livro pode ser explorado por diferentes disciplinas, não só pela Química, mas tam-

bém pela História, Língua Portuguesa, Literatura, Sociologia, pois, a contribuição está no fato de incentivar a prática de leitura em sala, respeitando a fragmentação representada pelas áreas de conhecimento e também no fato de criar oportunidades para o professor repensar a sua prática pedagógica (PIASSI, 2015).

Os dados analisados apresentam explicações que permitem uma boa contextualização do conhecimento químico, o que possibilitou aos participantes deste estudo refletirem sobre a intenção do Primo Levi ao narrar sua história alinhado aos aspectos científicos tratados em laboratórios, os erros de suas práticas, atividade de um químico industrial, as diversas reações químicas decorrentes de seu trabalho.

O livro *A Tabela Periódica* exibe um excelente potencial para proporcionar a aproximação não somente entre o ensino de Química e a Literatura, mas também para a formação de docentes na componente curricular em questão. Entende-se que a experimentação ocupa um lugar de destaque na obra analisada podendo suscitar diferentes discussões em torno das atividades experimentais e, ao mesmo tempo, colaborar para uma formação leitora dos estudantes da educação superior (GONÇALVES, 2014).

Neste contexto, a diversificação no uso de diferentes métodos e recursos pedagógicos em sala de aula, para os graduandos, apresenta-se como uma tentativa de superar o desinteresse dos alunos da escola básica pela Química ou qualquer outra disciplina, de modo que se promova a reorganização de conteúdo, favorecendo incentivos no repensar a prática pedagógica em suas atividades futuras como docente.

Sobre a realização das atividades experimentais, os alunos seguiram etapas da resolução de problemas, assim como Levi reconheceu como método fundamental na construção do conhecimento científico, tendo como base a observação, problematização, formulação de hipóteses e comprovação. Quando questionados sobre a aplicação desta abordagem, os alunos consideraram importante, interessante, necessário, eficaz. Assim como relatado:

Acredito que este método é a base da construção do conhecimento científico. Sendo um importante

método para inspirar e incentivar os alunos em sala de aula. (Aluno 3)

Os cientistas seguem esse método científico e os alunos precisam estar ciente do que é ser um cientista já que as disciplinas estão aí na educação das escolas. (Aluno 4)

Em contrapartida, outros responderam que:

Na experimentação esse é o método pra ser seguido, porém como já tenho experiência temos pouco tempo de aula pra desenvolver o que foi ensinado. (Aluno 5)

Só dar de fazer esse trabalho com alunos na forma de projetos, mas no dia a dia na sala de aula seria corrido e poderia não obter o resultado esperado. (Aluno 6)

Nestas falas é importante evidenciar que mesmo com todos os problemas de cunho pedagógico, material e metodológico, o professor é visto como facilitador e motivador da aprendizagem, o que vai colaborar para que o aluno cumpra as finalidades da educação, buscando nas suas possibilidades, meios de reinventar o modo de exemplificar, contextualizar e esclarecer um conteúdo (MARASINI, 2010).

Tanto a interdisciplinaridade quanto a contextualização são importantes abordagens e estão entre os principais eixos organizadores do currículo educacional (BRASIL, 1998). Na Base Nacional Comum, os conhecimentos da área de Ciências da Natureza estão organizados em função de quatro eixos estruturantes, entre eles a contextualização histórica, social e cultural. Aliar este aspecto a construção de um plano de aula ou uma atividade interdisciplinar para o ensino de Ciências da Natureza se faz necessário, para que aconteça um ensino e aprendizagem com maior significância e assim seja contemplada uma didática inovadora em sala de aula (TENFEN, 2016; OLIVEIRA, 2018).

Considerações finais

O objetivo desta investigação foi verificar se o uso de obras literárias pode auxiliar alunos e professores no processo de ensino-aprendizagem, atrelando-o a experimentação. Os resultados obtidos sugerem que a utilização desta ferramenta pode ir além da superfície de um texto, propiciando possibilidades enriquecedoras para o ensino de Química. O livro *A Tabela Periódica* do Primo Levi ligado às práticas experimentais, apresenta-se com grande potencial para a formação de professores e o desenvolvimento de propostas no ensino da História da Ciência e da Natureza do conhecimento científico.

Na referida obra, a experimentação ocupa um lugar de destaque, fomentando diferentes discussões em torno deste recurso pedagógico. Outro aspecto a ser considerado é o exercício da atividade docente, mesmo em meio aos desafios que o ofício lhe impõe, é necessário refletir sobre as práticas pedagógicas buscando novos olhares, sobretudo, o interdisciplinar, ultrapassando desta forma os limites de sua área de conhecimento. Referências BELTRAN, M.H.R. História da Química e Ensino: estabelecendo interfaces entre campos interdisciplinares. *Abákos*, v.1, n.2, p. 67-77, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília, 1998.

GALVÃO, C. Ciência na Literatura e literatura na ciência. *Interacções*, v. 2, n. 3, p. 32-51, 2006.

GONÇALVES, F.P. Experimentação e literatura: contribuições para a formação de professores de química. *Revista Química nova escola*, v. 36, n. 2, p. 93 – 100, 2014.

HOSSAKA, A.P. O uso da literatura no ensino de química por meio da leitura do livro *O perfume*. In: PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. **Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE** – produções didático-pedagógica, 2014. Curitiba: SEED/PR, 2014. v. 2. (Cadernos PDE). Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_uem_qui_pdp_ana_paula_hossaka.pdf. Acesso em: 07 fev. 2020.

- LEVI, P. **A Tabela Periódica**. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 1994.
- MACIERA, A. C. Primo Levi: a química entre literatura e ciência. **Revista do Centro de Letras e Comunicação**, n. 34, p. 89-126, 2019.
- MARCONDES, M.E.R. As Ciências da Natureza nas 1^a e 2^a versões da Base Nacional Comum Curricular. **Estudos avançados**, v. 32, n. 94, p. 269 – 284, 2018.
- MARASINI, A. B. **A Utilização de recursos didático-pedagógicos no ensino de biologia**. 2010. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- MINAYO, M.C.S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 12. ed. São Paulo: Hucitec, 2010.
- OLIVEIRA, L.E. **Ensino de ciências no 9º ano do ensino fundamental: uma proposta de ensino-aprendizagem na perspectiva interdisciplinar e contextualizada**. 2018. Monografia (Licenciatura em Ciências da Natureza) – Universidade Federal do Pampa, Dom Pedrito, 2018.
- PINTO NETO, P. C. A química segundo primo Levi. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 14, 2008, Curitiba, **Anais...** Curitiba: UFPR, 2008.
- PIASSI, L. P. De Émile Zola a José Saramago: Interfaces entre as Ciências Naturais e a Literatura Universal. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 1, p.33-57, 2015.
- SABALLA, J. et al. Química e os conceitos de experimentação para o ensino. *In*: ENCONTRO DE DEBATES SOBRE ENSINO DE QUÍMICA, 37, 2017, Rio Grande, **Anais...** Rio Grande: FURS, 2017.
- SASSERON, L. H. Ensino de Ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 1061-1085. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec20181831061>. Acesso em: 29 jan. 2020.

SIMON, N. M. **Literatura de divulgação científica no ensino de química**. 2009. Monografia (Licenciatura em química) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

TENFEN, D. N. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, p. 1-2, 2016.

ZANETIC, J. Física e literatura: construindo uma ponte entre duas culturas. *História, Ciências e Saúde – Manguinhos*, v. 13, suplemento, p. 55-70, 2006.

