

ITINERÁRIOS DE PESQUISAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Volume 1



José Joelson Pimentel de Almeida
Francisco Ferreira Dantas Filho
(Organizadores)





Universidade Estadual da Paraíba

Prof. Antonio Guedes Rangel Junior | *Reitor*

Prof. Flávio Romero Guimarães | *Vice-Reitor*

Editora da Universidade Estadual da Paraíba

Luciano Nascimento Silva | *Diretor*

Antonio Roberto Faustino da Costa | *Editor Assistente*

Cidoval Moraes de Sousa | *Editor Assistente*

Conselho Científico

Raffaele de Giorgi (UNISALENTO/IT)

Jorge Eduardo Douglas Price (UNCOMAHUE/ARG)

Celso Fernandes Campilongo (USP/ PUC-SP)

Juliana Magalhães Neuwander (UFRJ)

Vincenzo Carbone (UNINT/IT)

Vincenzo Millitello (UNIPA / IT)

Jonas Eduardo Gonzalez Lemos (IFRN)

Eduardo Ramalho Rabenhorst (UEPB)

Gonçalo Nicolau Cerqueira Sopas de M. Bandeira (IPCA/PT)

Gustavo Barbosa Mesquita Batista (UEPB)

Rodrigo Costa Ferreira (UEPB)

Glauber Salomão Leite (UEPB)

Germano Ramalho (UEPB)

Dimitre Braga Soares de Carvalho (UFRN)

Conselho Editorial

Luciano do Nascimento Silva (UEPB)

Antônio Roberto Faustino (UEPB)

Cidoval Moraes de Sousa (UEPB)

José Luciano Albino Barbosa (UEPB)

Antônio Guedes Rangel Junior (UEPB)

Flávio Romero Guimarães (UEPB)

Design Gráfico e Editoração

Erick Ferreira Cabral

Jefferson Ricardo Lima Araujo Nunes

Leonardo Ramos Araujo

Revisão Linguística

Elizete Amaral de Medeiros

Antonio de Brito Freire

Divulgação

Danielle Correia Gomes

Foto da Capa

Isabela Almeida



Editora filiada a ABEU

EDITORA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA

Rua Baraúnas, 351 - Bairro Universitário - Campina Grande-PB - CEP 58429-500

Fone/Fax: (83) 3315-3381 - <http://eduepb.uepb.edu.br> - email: eduepb@uepb.edu.br

José Joelson Pimentel de Almeida
Francisco Ferreira Dantas Filho
(Organizadores)

**Itinerários de Pesquisas em Ensino de Ciências
e Educação Matemática**

Volume 1



Campina Grande-PB
2019

COLEÇÃO CAROÁ

Editores

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

Conselho Científico

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

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

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

-
- I88 Itinerários de pesquisas em ensino de Ciências e Educação Matemática: volume 1 [Livro Eletrônico]. / José Joelson Pimentel de Almeida, Francisco Ferreira Dantas Filho (Organizadores). - Campina Grande, EDUEPB, 2019

ISBN 978-85-7879-563-4 (Impresso)

ISBN 978-85-7879-562-7 (E-book)

1. Ciência - Estudo e ensino. 2. Matemática - Estudo e ensino. 3. Educação Matemática - História. 4. Ciências e Tecnologias. 5. Teorias do digital. 6. Ciências e Matemática - Ensino-Tecnologia. 7. Ciências e Matemática - Ensino - Formação. I. Almeida, José Joelson Pimentel de [Organizador]. II. Dantas Filho, Francisco Ferreira.

Sobre a coleção

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

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

Sumário

PREFÁCIO	11
Os Editores	

Parte I

SOBRE ENSINO, EPISTEMOLOGIA E HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS E DA MATEMÁTICA

1 CIÊNCIAS SOCIAIS PARA UM ENSINO INOVADOR: TEORIAS DO DIGITAL, METODOLOGIAS DO SENSÍVEL E ESCRITA SOCIOLOGICA HÍBRIDA.....	15
Pedro de Andrade	
2 SUPERANDO OS OBSTÁCULOS NA ABORDAGEM HISTÓRICA PARA O ENSINO DE FÍSICA: O EXEMPLO DO GHCEN.....	25
Ana Paula Bispo da Silva Alessandro Frederico da Silveira	
3 OS ECLIPSES E O DRAGÃO DA LUA: UTILIZANDO A HISTÓRIA DA CIÊNCIA PARA CORRIGIR UM EQUÍVOCO EDUCACIONAL COMUM.....	51
Roberto de Andrade Martins	
4 COMPREENSÃO RELACIONAL, METACOGNIÇÃO E HISTÓRIA DA MATEMÁTICA.....	83
John Andrew Fossa	

Parte II

SOBRE TECNOLOGIAS DIVERSAS APLICADAS AO ENSINO DE CIÊNCIAS E DA MATEMÁTICA

- 5** "A RAPOSA E AS GALINHAS": O JOGO COMO CENÁRIO PARA
ENSINAR ADIÇÃO DE NÚMEROS DECIMAIS 105
Filomena Maria Gonçalves da Silva Cordeiro Moita
Leandro Mário Lucas
- 6** ENSINO DOS CONCEITOS DE ELETROQUÍMICA COM O AUXÍLIO
DE MATERIAIS ALTERNATIVOS 135
Ruan Michel Alves Barbosa
Gilberlândio Nunes da Silva
Francisco Ferreira Dantas Filho
Railton Barbosa de Andrade
- 7** A CONSTITUIÇÃO DE UM CLUBE DE MATEMÁTICA POR MEIO DA
TEORIA DA ATIVIDADE 167
José Márcio da Silva Ramos Diniz
José Joelson Pimentel de Almeida

Parte III

SOBRE FORMAÇÃO DOCENTE EM ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

- 8** FORMAR PROFESSORES REFLEXIVOS: UMA EXPERIÊNCIA POSSÍVEL? ... 203
Aline de Souza Janerine
Ana Luiza de Quadros

9	REELABORAÇÃO DA BASE ORIENTADORA DA AÇÃO NA FORMAÇÃO DE UMA HABILIDADE GERAL: UMA EXPERIÊNCIA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS.....	225
	Isauro Beltrán Núñez Betania Leite Ramalho	
10	DIALOGANDO SOBRE INCLUSÃO COM PROFESSORES DE QUÍMICA NO ENSINO SUPERIOR.....	253
	Gina de Oliveira Mendonça Bohnert Gerson de Souza Mól	
	SOBRE OS AUTORES.....	283

Prefácio



Com os *Itinerários de pesquisas em ensino de ciências e educação matemática* nasce uma nova publicação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual da Paraíba (PPGECEM-UEPB) e, simultaneamente, batiza-se com o nome *Coleção Caroá*, nome este inusitado, talvez, para uma coleção de livros científicos na área de ensino, porém pensamos não inapropriado. O caroá, na verdade, goza de certas propriedades, tanto do conhecimento tradicional, quanto de saberes inovadores, que propomos a serem compartilhadas pela *Caroá*.

Em primeiro lugar, vejamos as propriedades referentes ao conhecimento tradicional. O caroá é uma bromélia espinhosa, originária da região caririzeira e típica da caatinga da região Nordeste. É, de certa forma, uma planta humilde, não por ser fraca, mas por saber que a humildade é a verdadeira postura diante da grandeza da natureza. Assim, tem aprendido resistir às inclemências, especialmente às secas, do seu habitat natural e tem desenvolvido fibras fortes que fornecem ao sertanejo matéria-prima para a fabricação de uma variedade de peças artesanais úteis ao seu bem-estar físico e cultural.

A *Caroá*, originária da mesma região que o caroá, certamente saberá ser espinhosa, quando necessário, mas deverá sempre proceder de forma humilde, não por ser fraca, mas porque a humildade é a verdadeira postura diante da grandeza da ciência.

Deverá aprender resistir aos importunos da vida acadêmica, especialmente os que impedem o diálogo e a crítica desinteressada, e desenvolver contribuições teóricas e práticas, pautadas sobre sólidas pesquisas, para o melhoramento do ensino das ciências e da matemática. Enfim, como diz um nome alternativo do caroá, o de “caroá-verdadeiro”, a *Caroá* deverá ser genuína.

Em segundo lugar, observamos que o caroá possui propriedades desconhecidas pelos próprios detentores do saber tradicional. Essas propriedades, descobertas recentemente, têm a ver com suas potencialidades medicinais, pois, por conterem flavonoides, poderão ser utilizadas no combate de certos tipos de inflamações.

Esperamos que a *Caroá* também possa nos surpreender com as suas inovações, pois a pesquisa adentra em terrenos novos e, ao desbravar o desconhecido, traz à tona, às vezes, procedimentos, metodologias ou teorias que até os especialistas não haviam previsto.

Nosso primeiro volume consiste de dez artigos científicos que abordam uma grande variedade de tópicos dentro da área de ensino de ciências e educação matemática. Mesmo assim, eles se agrupam naturalmente em três grandes subáreas, a saber, (1) a epistemologia e história das ciências e da matemática, (2) o ensino das ciências e da matemática apoiado por novas tecnologias e (3) a formação do professor das ciências e da matemática. Sendo assim, apresentamos os referidos trabalhos agrupados sob essas três rubricas.

Esperamos que o leitor não somente se debruce sobre os textos por serem interessantes, mas também neles descubra novidades que possam ser úteis, tanto na sala de aula, quanto nas suas próprias pesquisas. Assim, estendemos ao pesquisador o convite para participar do diálogo, mandando-nos os resultados de suas pesquisas para que possamos publicá-los nos próximos volumes da Coleção.

Os Editores

Parte I

SOBRE ENSINO, EPISTEMOLOGIA E HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS E DA MATEMÁTICA



1



CIÊNCIAS SOCIAIS PARA UM ENSINO INOVADOR: TEORIAS DO DIGITAL, METODOLOGIAS DO SENSÍVEL E ESCRITA SOCIOLÓGICA HÍBRIDA

Pedro de Andrade

Introdução

A cena atual da pedagogia pauta-se pela irrupção irreversível da inovação. Esta postura inovadora requer que o cientista social abandone alguns hábitos de escrita sociológica e adote uma posição de abertura. Uma tal reforma ocorre em diversos aspectos da prática sociológica, no quadro da investigação e do ensino: não apenas em termos epistemológicos, mas igualmente nas desconstrução e reconstrução da teoria e da metodologia das Ciências Sociais.

A Teoria e as Problemáticas Substantivas

Em termos do trabalho de construção aberta da teoria, a característica mais saliente é a **inovação conceitual**, enquanto estratégia

de representação e apresentação dos processos societais. De fato, as Ciências Sociais registaram um desenvolvimento notável, nos últimos anos, nesta dimensão, em parte devido ao surgimento de **objetos teóricos inéditos**, como os processos ocorridos na Internet que, aliás, não se reduz ao ciberespaço. Com efeito, olvidamos frequentemente o fenômeno do **cibertempo**, que significa o conjunto de cursos temporais e seus compassos, mobilizados nos percursos espaciais e respectivos passos, que o utilizador ativa, no decorrer da sua presença no ciberespaço (Andrade, 1997). Estas e outras realidades recentes suscitaram debates acesos, que assim propõem igualmente novos **cursos e percursos sociológicos** quanto ao saber sobre o social. Assim sendo, após as artes de vanguarda, surgiram recentemente as **Ciências Sociais de Vanguarda**, em que a inovação readquire o protagonismo. Dito de outro modo, não nos encontramos tanto imersos na Sociedade da Informação, quanto estamos comprometidos com a **Sociedade da Inovação**.

Ilustraremos esta postura com a apresentação de diversos posicionamentos pioneiros no que diz respeito à reflexão teórico-sociológica, que podem revelar-se muito úteis para a implementação de um ensino inovador, voltado, em parte, para a presença do digital no nosso presente social.

Antes de mais, note-se que a teoria dos **campos sociais** desenvolvida por Pierre Bourdieu (1979), e os conceitos **capitais social e cultural** constituem não apenas um exercício de enunciação das **redes sociais pré-digitais**, mas também uma forma de anunciação precoce da relevância das **redes sociais digitais**. De fato, ambas estas configurações de redes sociais contribuem para o capital social do indivíduo. Os agentes sociais em rede encontram-se mais propensos a receber ajuda dos seus círculos de amigos em linha. Mesmo os utilizadores em viagem obtêm assistência a partir de sua comunidade de partida. Para além disso, os capitais social e cultural relacionam-se igualmente com laços étnicos e culturais, nas redes sociais globais.

Por seu lado, Lev Manovich (2002) debruça-se sobre a **transcodificação**. Este processo significa a tradução de algo num outro formato diferente do inicial. Por exemplo, no mundo digital contemporâneo, o corpo é transcodificado na linguagem da genética e dos computadores, alguns resultados desta dinâmica são seres humanos ‘digitais’, a bioinformática, ou a arte genômica. Num tal contexto, mesmo o cérebro entende-se como uma imensa base de dados.

Outra contribuição notável para este debate é a reflexão de Ulrich Beck (1992) a cerca da **sociedade de risco** onde hoje vivemos. As novas tecnologias, aparentemente mais rápidas e eficientes, parecem aumentar os riscos de quem as usa. Desta maneira, o utilizador de um sistema digital vive num permanente estado de risco, como o perigo de o seu computador ser afetado por um vírus. Face a estas ameaças recentes, os informáticos ocupam grande parte do seu tempo, e são mesmo legitimados, quase só por e para assegurar a segurança da rede.

Por seu lado, as mulheres, cientistas sociais, também nos fornecem intuições e reflexões incontornáveis. Donna Haraway (1985) fala-nos dos **cyborgs** (=cyber-organismos) e da sua inexorável entrada em cena ou intrusão na contemporaneidade. O termo ‘cyborg’ foi proposto por Manfred Clynes e Nathan Kline, num artigo sobre sistemas ‘homem-máquina’ para o espaço sideral. Haraway argumenta que a mulher e outras ‘criaturas’ (símios, cyborgs) destabilizaram a dicotomia ‘natureza/cultura’, legitimada por Claude Lévi-Strauss. O cyborg desvela-se como um dos híbridos mais prementes no mundo atual, desde décadas recebendo uma natureza ficional, mas hoje se transformaram numa realidade cultural avassaladora.

Numa região reflexiva vizinha, Katherine Hayles (1999) discorre sobre o **pós-humano**. Este conceito significa que, na atualidade, os corpos orgânicos são modificados e melhorados através de intervenções tecnológicas, cirúrgicas e químicas. O

pós-humano emerge enquanto convergência entre o *wetware* (orgânico), o *software* (linguagens de comunicação com o computador) e o *hardware* (próteses, implantes eletrônicos e chips digitais). A subjetividade e a identidade já não se encontram enraizadas apenas no corpo. A individualidade e a consciência da condição pós-humana encontram-se dispersas de modo atrativo, por todo o circuito cibernético. No entanto, o sofrimento, a política e os processos de emancipação continuam a estar incorporados nas pessoas físicas e sociais.

Finalmente, Lisa Nakamura (2002) debate o fenômeno de **racialização da internet**. No ciberespaço, os processos de ‘desencarnação’ (*desimbodiment*), ‘transcendências’ e ‘identidades fluidas pós-humanas’, largamente debatidas por vários autores dos universos digitais, acabaram por se revelar um privilégio da raça branca. Com efeito, as identidades no ciberespaço usam amiúde representações e estereótipos de gênero e raça, que a autora nomeia **cibertipos**, em que o corpo surge desterritorializado. Na verdade, o corpo é desconstruído e reconstruído a partir de uma desterritorialização tecnológica e em rede. A encarnação ‘empoderadora’ (*empowering*) do corpo realiza-se diariamente através de, por exemplo, novas tecnologias da nanomedicina, engenharia genética, tecnologias de reprodução assistida (*ARTS-Assisted Reproduction Technologies*), etc.

As Novas Metodologias do Sensível Digital

Nesta dimensão, os traços principais são o **digital** e o **sensitivo**. Por outras palavras, os atuais métodos de recolha, análise e interpretação de fontes sugerem mudanças irreversíveis nos modos de fazer Ciência, tanto na sua produção, quanto na sua difusão e fruição.

Por um lado, tais transformações ocorrem quanto à emergência dos instrumentos e **dispositivos de pesquisa digitais**, transmedia

e em rede. Aqui, são acionadas metodologias que usam diversos media, entre outros, o texto, a imagem, mapas, vídeo, cinema, performances, teatro, música, sonoridades várias, etc.. Os diferentes tipos de fontes (fontes primárias, secundárias e terciárias) são agora pesquisáveis no ciberespaço em novos moldes. Deste modo, é possível realizar pesquisas e aulas recorrendo a novos dispositivos como o **storytelling visual** (utilizando *scripts* e *storyboards*), bem como implementar a disseminação de conteúdos educativos através das redes sociais digitais, como o *Facebook*, *Twitter*, *You Tube*, *Vimeo*, *Flickr*, *Instagram*, *Pinterest*, *What's App*, etc.

Num estudo de públicos no museu Coleção Berardo de arte em Lisboa, no momento da exposição de obras da artista Joana Vasconcelos em 2010, uma **mesa interactiva multitoque** foi acionada pelos visitantes do museu, que responderam, num questionário, sobre a sua experiência desse dispositivo. Duas estratégias se destacaram nesse processo:

- Por um lado, a **Interatividade**, ou seja, a relação entre um sujeito e um objeto. Dito de outro modo, existe interatividade quando o visitante do museu interage com o dispositivo hibrimédia, para consulta de informações sobre as obras da artista. Isso ocorre através da pesquisa e aprendizagem mobilizadas pela reflexão, visão e tato individuais. Ou seja, trata-se de um processo de manipulação interativa e lúdica (*play*).
- Por outro lado, a **Interação**, isto é, a relação entre diversos sujeitos, no uso de um dado objeto. É o caso da pesquisa e partilha da informação e saberes, e aprendizagem colaborativa, no momento de utilização coletiva da mesa multitoque. Esta ação conjunta, bem como os comentários em torno da sua utilização, constroem uma opinião pública local (*say*). Uma tal opinião é ativada através da hibridação entre a reflexão, visão e tatos individuais, e entre estes e as reflexões e sensações coletivas, sociais e semânticas.

Em particular, e embora se nomeie amiúde esta nova postura ‘hipermetodologia’ ou outras designações variadas, mencionemos aqui a menos conhecida ideia de ‘**Metodologia GeoNeológica**’. No estudo acima referido, foram usados alguns Métodos GeoNeológicos, por exemplo o **Questionário Multitouch** e o **Jogo das Tricotomias**. Outros exemplos desta metodologia experimental são a **Novela GeoNeológica** (sugerida em 2009) e o **Hybrilog** ou blogue híbrido (proposto em 2006).

[O] Método GeoNeoLógico (...) consta num processo, meio ou conjunto de procedimentos digitais ou virtuais, e essencialmente pragmático e empírico, tendo em vista explorar, experimentar e comunicar a realidade, em vista à compreensão de algum tipo de conhecimento (como a arte, a ciência ou a tecnologia), usando para isso dimensões relativas ao espaço (Geo), ao tempo (Neo) e ao discurso dos sujeitos envolvidos (Logos) (ANDRADE, 2011: 34).

Esta metodologia funda-se na noção de *deixis* que, na filosofia grega, consiste numa constelação conceptual que articula o espaço, o tempo e o sujeito das práticas ou do conhecimento.

Quanto às técnicas de recolha de dados, o **Questionário Interactivo Multitouch** consiste num novo tipo de questionário em que o respondente fornece informação através do tato, numa mesa interativa multitouch ou em dispositivos portáteis multitouch.

Por seu turno, o **jogo das Tricotomias é um** jogo cultural baseado na relação entre três ideias, conceitos ou obras (de arte, etc.), relacionadas entre si, que são nomeadas ‘tricotomias’. No caso do museu, o visitante escolhe três obras de arte, entre as obras apresentadas à esquerda de um écran, e arrasta-as para a sua parte direita, depositando-as em cada um dos três vértices de um triângulo, nomeado ‘triângulo tricotómico’. O objetivo é encontrar o maior nº de tricotomias e colocá-las no triângulo tricotómico, no mínimo de tempo.

Afinal, as nossas sociedades, que reclamam os Métodos GeoNeológicos ou outras estratégias inovadoras para a interpretação adequada dos processos sociais, não se circunscrevem tanto como sociedades pós-metodológicas ou pós-lógicas, mas essencialmente enquanto **sociedades GeoNeológicas**.

Tais ferramentas virtuais são ativadas tanto por parte do cientista social, quanto pelo cidadão comum. Por exemplo, para além da pesquisa na internet em geral (Google, etc.), é hoje possível investigar em lugares específicos do ciberespaço, como as **bibliotecas digitais**, disponíveis para qualquer utilizador da rede, e não somente dirigidas aos especialistas.

Por outro lado, surgiram as novas **metodologias do sensorial**, como os procedimentos visuais na recolha de dados através de fotografia e do vídeo; a publicação e partilha de pesquisas fotográficas nas redes sociais; as consultas tácteis de informação científica e artística em telemóveis, etc. A este propósito, o Museu de Serralves, o Porto, foi objeto de uma observação direta e de entrevistas realizadas com vídeo, materiais que hoje se encontram disponíveis para consulta na Universidade do Texas (ANDRADE, 2007).

Assim sendo, os procedimentos científicos mais clássicos de base racional terão que se articular, desde já, a estas metodologias sensíveis nunca dantes vistas, ou às metodologias digitais ou virtuais.

A Escrita Sociológica Híbrida

Finalmente, e sintetizando as reflexões anteriores, repare-se nas consequências destas novas posturas teóricas e metodológicas na própria produção e fruição da escrita sociológica. Na verdade, esta prática apresenta-se hoje como uma **Híbridologia**, isto é, um modo de escrita simultaneamente reflexivo e intuitivo, que se debruça sobre as entidades e identidades híbridas que proliferam na contemporaneidade, especialmente no seio das redes sociais digitais. Uma destas hibridações diz respeito à fusão entre, de um

lado, a escrita do especialista ou profissional das Ciências Sociais e, de outro, a escrita do cidadão comum. Ou seja, a literacia científica, ao fundar-se no social, funde-se com as literacias tecnológica, artística e quotidiana ou outras, em múltiplos lugares da sociedade, seja no espaço doméstico, nos locais de trabalho, nos lugares de lazer ou nos sítios da informação. Daí que o cientista social tenha que partilhar o seu conhecimento com o cidadão comum, não apenas ao nível do consumo do conhecimento, mas igualmente no plano da sua produção.

Esta postura híbrida entre o saber erudito e o saber ordinário observa-se hoje a partir de dispositivos de conhecimento e tecnológicos que permitem a organização do conhecimento por qualquer cidadão. Por exemplo, por meio do uso de softwares de recolha e análise de fontes digitais, em *open access*; ou através do *design* de *web pages*, *blogs* e partilha de dados em redes sociais; ou ainda por intermédio da utilização de telemóveis e outros dispositivos móveis (*mobiles*), que instituem verdadeiras literacias locativas. Todos estes procedimentos encontram-se, em princípio, acessíveis não apenas a peritos, mas igualmente a não-especialistas no âmbito da literacia digital. Todavia, numa perspectiva crítica, é necessário refletir igualmente sobre os atuais condicionalismos de natureza económica, política e cultural, que permitem ou omitem o uso ou o abuso das tecnologias digitais.

Conclusão

Em suma, se hoje em dia o cidadão comum erige-se como um cientista leigo (*lay scientist*), também poderemos entender o nosso mundo atual como uma imensa **sociedade da investigação** (ANDRADE, 2008), isto é, uma formação societal em que a fronteira entre o especialista e o não-perito se esbate e dissolve inexoravelmente.

Referências

ANDRADE, Pedro (2011a). **Sociologia Semântico-Lógica da Web 2.0/3.0 na sociedade da investigação**: significados e discursos quotidianos em blogs, wikis, mundos/museus virtuais e redes sociais semântico-lógicas. Lisboa: Edições Caleidoscópico.

_____. (2011b). **Novela GeoNeológica nº 1**: um caso de Literatura Transmediática / 1ª Novela da Web 3.0. Lisboa: Edições Caleidoscópico.

_____. (2008). A sociedade da investigação e do jornalismo: boas práticas de cidadania participativa através da internet móvel e do social bookmarking. In Helena Sousa; Sandra Marinho & Rui Passos Rocha (Eds.). **Anuário Internacional de Comunicação Lusófona**. Braga: CECS. p.307-312.

_____. (2007). **Visit to Serralves Art Museum** [filme digital consultável na University of Austin's web page, Texas, USA, em: <http://colab.ic2.utexas.edu/idporto2007>].

_____. (1997). Navegações no ciber tempo: viagens virtuais e virtualidades da ciberviagem. **Atalaia**, 3, 111-124.

BECK, Ulrich (1992). **Risk Society: Towards a New Modernity**. Sage.

BOURDIEU, Pierre (1979). **La Distinction: Critique sociale du jugement**. Les Editions de Minuit.

MANOVICH, Lev (2002). **The Language of New Media**. The MIT Press.

HARAWAY, Donna (1985). **Simians, Cyborgs and Women: The Reinvention of Nature.** Routledge.

HAYLES, Katherine (1999). **How we Became Post-human: Virtual Bodies in Cybernetics.** Chicago and London: University of Chicago Press.

NAKAMURA, Lisa (2002). **Cybertypes: Race, Ethnicity, and Identity on the Internet.** London: Routledge.

Sites sociaux-semânticos © 2011

1. Public Communication of Art (area: Sociology of Communication, Culture and Arts):

<https://sites.google.com/site/compubarte/>
<https://sites.google.com/site/compubartenglish/>

2. Wars for Peace (area: Sociology of power in the research society)

<https://sites.google.com/site/peaceswars/>
<https://sites.google.com/site/peacewarsenglish/>

3. Experimental Books (area: Sociological and artistic writing/reading)

<https://sites.google.com/site/livrosexperimentais/>
<https://sites.google.com/site/livrosexperimentaisenglish/>

4. Web 3 Novel (area: Literature and New Media)

<https://sites.google.com/site/web3novel/>
<https://sites.google.com/site/web3novelenglish/>

2



SUPERANDO OS OBSTÁCULOS NA ABORDAGEM HISTÓRICA PARA O ENSINO DE FÍSICA: O EXEMPLO DO GHCEN

Ana Paula Bispo da Silva
Alessandro Frederico da Silveira

Introdução

Ao longo das últimas décadas, a pesquisa em Ensino de Ciências tem dado destaque para a formação do aluno da Educação Básica que possua competências argumentativas e possa refletir e interferir em seu contexto. De modo geral, os programas de pesquisa que possuem este objetivo central, argumentam que estratégias de ensino que consideram as interações sociais, as atividades investigativas e a contextualização poderiam atingi-lo (VITOR e SILVA, 2017; CARVALHO, 2013).

No entanto, para que tais metodologias e abordagens (estratégias de ensino) possam ser efetivadas em sala de aula, torna-se fator mais que importante, a adequada formação do professor de

ciências. Desse ponto de vista, é preciso que haja, durante a formação de professor, experiências exemplares de diferentes modos de ensinar e atuar em sala de aula, de forma a instrumentalizar e preparar adequadamente o futuro profissional.

Tentando suprir as lacunas existentes na formação de professores de física para atuarem de maneira interativa, investigativa e contextualizada, o Grupo de História da Ciência e Ensino (GHCEN) da Universidade Estadual da Paraíba vem realizando pesquisas que envolvem a história da ciência no ensino sob diferentes perspectivas, tais como: aprofundamento de pesquisas historiográficas, desenvolvimento de materiais didáticos com abordagem histórica, e divulgação científica. Diferentes etapas destas pesquisas são realizadas pelos alunos da Licenciatura em Física da universidade, tornando-os protagonistas na elaboração e aplicação de novas estratégias de ensino.

Neste artigo, discutimos estas pesquisas tanto do ponto de vista dos resultados para a Educação Básica quanto da contribuição para a formação de professores. As propostas, as intervenções e os materiais elaborados no âmbito do GHCEN têm possibilitado a formação de futuros profissionais com um amplo aspecto de atuação, conhecimentos gerais e perfil voltado para o incentivo à interação e contextualização em sala de aula.

Portanto, a busca por estratégias de ensino pensadas por e para professores da Educação Básica tornam mais provável a utilização de uma abordagem histórica no ensino de ciências e, conseqüentemente, permitiria consolidar as mudanças necessárias nesse campo, apontadas pelas pesquisas e documentos oficiais. Neste sentido, o GHCEN tem adotado a história da ciência tanto como abordagem para a construção de sequências didáticas quanto na associação entre arte e ciência, com vistas à divulgação científica.

Sobre a História da Ciência e o Ensino de Ciências

A institucionalização da História da Ciência (HC) enquanto campo de pesquisa teve como um dos principais obstáculos a aceitação de seu caráter interdisciplinar. Numa estrutura de conhecimento tipicamente analítica e departamental, onde se encaixaria um campo que inclui diferentes especialidades? Como disciplina metacientífica, a HC envolve diferentes áreas, como psicologia, sociologia, filosofia - que permitem ter uma compreensão a mais próxima possível do contexto em que o cientista trabalha -, além da própria “ciência” que estuda. A amplitude de conhecimentos que a HC abarca esteve relacionada diretamente com a própria conceituação do que seria ciência e seu papel na sociedade. Assim, houve momentos de generalizações, de positivismo e tecnicismo, até chegar-se a uma compreensão mais ampla da ciência e da historiografia a ser feita para incluir todas as influências que a ciência sofre (ALFONSO-GOLDFARB e BELTRAN, 2004; MARTINS, 2004; MARTINS, 2005).

Controvérsias científicas, problemas éticos, e as consequências trazidas por “avanços” tecnológicos levaram a repensar a neutralidade científica, sua universalidade e, por outro lado, rever como a HC deveria ser feita (OLESKO, 2003; DOEL e SÖDERQVIST, 2006; SHAPIN, 2013). Neste sentido, a HC passa da generalização para estudos de casos aprofundados, com a inclusão de novas “ciências” e influências que não tinham sido cogitadas até então. A moderna historiografia da ciência considera que a ciência é construída local e socialmente, erra, é provisória e passível de controvérsias.

Nesta mesma direção, encontra-se o Ensino e/ou Educação em Ciências (EC). O desempenho dos alunos em ciências e o conseqüente analfabetismo científico levaram os estudiosos a rever o papel da educação em ciências. A inserção cada vez maior da ciência na sociedade e suas conseqüências e/ou efeitos tinham

que ser levados para a sala de aula. Passamos da universalização dos conteúdos e da posição centralizadora do professor transmitindo conhecimentos, para a sala de aula dialogada, interativa, que leva em consideração os conhecimentos prévios e propõe problemas a serem solucionados (CACHAPUZ, et al., 2011; POZO e CRESPO, 2009).

Com as mudanças ocasionadas no significado do EC, a inserção da HC em sala de aula se tornou cada vez mais necessária e justificada, uma vez que ela permitiria a compreensão da ciência de um ponto de vista mais abrangente, incluindo as controvérsias científicas e as influências socioculturais, políticas e econômicas envolvidas no fazer científico (BALDINATO e PORTO, 2008; MARTINS, SILVA e PRESTES, 2014).

Sendo assim, fica evidente que levar a HC para a sala de aula, sob o referencial da moderna historiografia da ciência, seria considerar os conceitos científicos e também aspectos socioculturais, econômicos e políticos do fazer científico. Sua inserção levaria à interdisciplinaridade presente na ciência de forma natural, uma vez que os conteúdos ali abordados precisam ser considerados na sua totalidade. Levaria igualmente ao reconhecimento de considerações epistemológicas e metodológicas no fazer científico, discutindo não somente a ciência, mas sobre a ciência (GILPEREZ et al., 2001; EL-HANI, 2006).

De um modo geral, tais pesquisas destacam a necessária utilização de uma moderna historiografia da ciência, evitando distorções históricas e epistemológicas. Assim, em se tratando da pesquisa historiográfica, busca-se fugir de problemas de anacronismo, das pseudo e quase histórias (ALLCHIN, 2004; JARDINE, 2000; WHITAKER, 1979) e do whigguismo, que acabam por distorcer tanto os fatos históricos quanto o fazer científico (FORATO et al., 2011; MARTINS, 2005).

Do ponto de vista educacional, as pesquisas buscam associar conteúdo programático, avaliação, processos de ensino e

aprendizagem, formação de professor, e pensar novos critérios e parâmetros para o *como*, *porque* e *para que* introduzir a HC no Ensino (CARVALHO e SASSERON, 2010; FORATO et al., 2012; MARTINS, A., 2007).

No entanto, verifica-se que poucas destas pesquisas atuam diretamente em associação com o professor em sala de aula, o que leva, muitas vezes, a propostas que não atendem às especificidades de cada escola. Por outro lado, naquelas desenvolvidas em sala de aula, há uma excessiva utilização de textos como única fonte de discussão, o que acaba tornando a HC desestimulante (OLIVEIRA e SILVA, 2012). Observa-se que poucas são as propostas efetivadas em sala de aula que conduzem a uma problematização sobre a própria história apresentada e a aceitação dos conhecimentos científicos ali presentes.

O Papel da Divulgação Científica no Ensino de Ciências

Sabe-se que são diversas as dificuldades vivenciadas nas escolas de Educação Básica em relação ao alto índice de evasão escolar, manutenção da disciplina dos educandos nas aulas, e falta de atenção desses educandos aos conteúdos ministrados durante as aulas, o que impõe novas exigências educacionais, que estão além dos espaços formais de educação.

Uma das formas de solucionar tal problemática está no estímulo às práticas inovadoras tanto em sala de aula como fora da escola, as quais podem contribuir para o que alguns estudiosos e pensadores da educação têm debatido, a divulgação da ciência. A divulgação das ciências com este fim acompanhou a própria evolução das ciências e da tecnologia, gerando assim uma grande variedade de formas, meios e instrumentos, que, em suas diversas vertentes, apresentam-se na mídia, na escola, nos museus, em manifestações lúdicas como teatro, música, charges, etc. (ABREU, 2001; HAMBURGER, 2001; CALDAS, 2004, MASSARANI, 2004).

Apesar de se perceber um crescimento de centros e museus científicos, bem como de programas com a finalidade de divulgar a ciência nos últimos anos, ainda há uma enorme carência de meios e recursos para que a ciência seja divulgada. As discussões e a bibliografia sobre a divulgação da ciência, entretanto, se concentraram durante muito tempo no seu papel como instrumento de popularização, em que era comum e evidente a preocupação com o relacionamento entre divulgadores e cientistas. Após essa fase, novas discussões se centraram no enfoque do papel não apenas informativo da divulgação científica, mas também comprometido com o aspecto mais educativo, o que pouco a pouco veio trazendo novas preocupações para a divulgação dos assuntos científicos.

Para alguns pesquisadores e divulgadores da ciência, relacionar a ciência e a arte é importante na comunicação da ciência para o público em geral, oferecendo diferentes modos de representação do mundo, enriquecendo assim suas possibilidades de escolha, de significados e valores, no mundo em que vivem (DÖRRIES, 2005; CANDOTTI, 2003; ZANETIC, 2006; MATOS, 2003; MASSARANI; ALMEIDA, 2006).

De acordo com as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+, 2002), as competências em Ciência se constroem em um presente contextualizado, articuladas a competências de outras áreas, impregnadas de outros conhecimentos, dentre as quais, a arte é referenciada, nesses documentos (BRASIL, 2002).

Algumas pesquisas desenvolvidas com esta temática focam nesta relação entre a ciência e a arte e mencionam o teatro como instrumento para este fim (GUSMÃO, 2009; SILVEIRA, 2011; MEDINA; BRAGA (2010); OLIVEIRA; ZANETIC, 2004).

Para Oliveira e Zanetic (2004):

A atividade teatral, ao trabalhar a sensibilidade, a percepção, a intuição, as emoções, pode

permitir ao aluno fazer relações entre conteúdos, relações entre ciência e questões sociais, como também proporcionar a coragem para se arriscar, descobrir e enunciar a sua crítica, expor sua forma diferente de pensar (OLIVEIRA; ZANETIC, 2004, p.3).

Segundo estes autores, a sala de aula deve “permitir que o educando reflita sobre a beleza do conhecimento e tenha condições de se expor, criar, pensar, questionar, falar, formar o seu espírito científico e participar da transformação da sua realidade social” (OLIVEIRA; ZANETIC, 2004, p.2).

Para Medina e Braga (2010):

O teatro, sendo um instrumento de comunicação por excelência, pode ter um papel muito importante na formação da opinião pública e a ciência abrange um variado rol de assuntos passíveis de serem representados de uma maneira interessante, divertida e agradável (MEDINA; BRAGA, 2010, p.317).

Este processo teatral nos espaços educacionais é uma possibilidade de realimentação mútua em que, a partir da arte, divulga-se o conhecimento científico, ao mesmo tempo em que o conhecimento científico proporciona a elaboração de apresentações artísticas, sejam através da dramatização de peças de autores conceituados, de peças desenvolvidas pelos docentes, ou ainda textos elaborados pelos educandos.

Neste sentido, entende-se que por meio deste elo, em particular, com o teatro, é possível difundir o conhecimento científico de forma a estabelecer uma aproximação da sociedade ao discurso da ciência, o que traduzirá na revelação do caráter social e socializador do conhecimento. O teatro científico baseado em episódios

da História da Ciência possibilita a contextualização e a exploração de controvérsias científicas históricas¹.

O Trabalho Colaborativo do Grupo

O GHCEN trabalha de forma colaborativa em duas frentes distintas, que têm como principal elo os episódios históricos. De um lado, trabalha-se no espaço da sala de aula, com a construção de propostas e o desenvolvimento de estratégias de ensino com foco em conteúdos científicos, epistemológicos e metodológicos. Por outro, desenvolve roteiros e encenações que discutem a ciência e têm como principal foco a motivação. Nas duas frentes, os protagonistas são alunos de licenciatura que adquirem competências importantes para criar novas estratégias de ensino.

Desenvolvendo Propostas para a Sala de Aula

O trabalho do GHCEN no desenvolvimento de estratégias de ensino inclui dois atores principais: alunos de graduação da Licenciatura em Física e professores em efetivo exercício na Educação Básica. Para os primeiros, cabe a pesquisa básica em História da Ciência, o aprofundamento sobre abordagens educacionais e a construção de materiais e outros recursos didáticos. Para os professores, cabe a implementação e análise das propostas desenvolvidas. O trabalho colaborativo assemelha-se à pesquisa baseada em design (*design-based research*), uma vez que a elaboração, a implementação e a discussão dos resultados acontecem simultaneamente, buscando-se a reavaliação da proposta a cada atuação em sala de aula (GRAVEMEIJER; COBB, 2006). O *locus* de discussão e análise dos resultados da implementação das propostas é a reunião do grupo, que ocorre semanalmente. A

1 Sobre controvérsias científicas históricas, sugerimos (LIMA, 2014, p.34).

Figura 1 representa a distribuição dos papéis no desenvolvimento dos trabalhos do grupo na elaboração das estratégias.

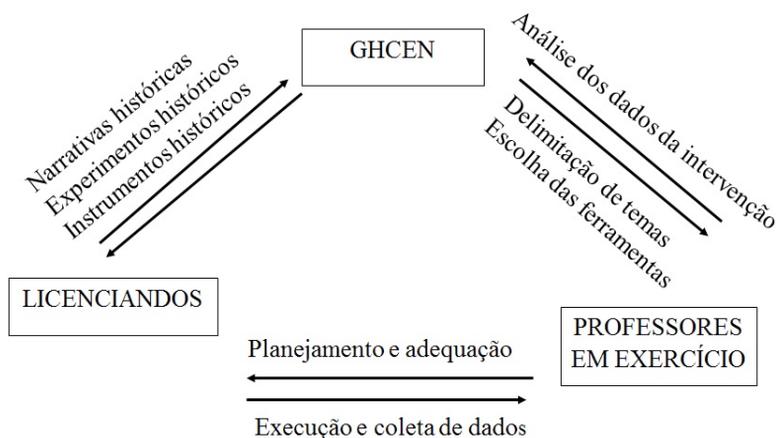


Figura 1: Metodologia de trabalho para o planejamento, aplicação e análise de propostas para a sala de aula

Fonte: Os autores.

O primeiro passo é a escolha do episódio histórico a ser trabalhado. A escolha está diretamente relacionada com o conteúdo previsto para o ano escolar escolhido, bem como com a possibilidade de associar diferentes recursos didáticos, como vídeos, simulações, experimentos demonstrativos ou executáveis. Escolhido o episódio, os alunos de graduação realizam a busca e análise bibliográfica, optando pelo trabalho com as fontes primárias e secundárias confiáveis. A escrita do episódio considera os pressupostos da moderna historiografia da ciência, como também as particularidades do público a que se destina (FORATO et al., 2012) e do veículo que será utilizado (áudio, vídeo, encenações, textos). A proposta para sala de aula (sequência didática) é elaborada baseando-se no desenvolvimento de conteúdos

conceituais, procedimentais e atitudinais e dando destaque para a problematização e construtivismo no caso de propostas que envolvem experimentação (*inquiry-based learning*) (ZABALLA, 1998; ROSA e ROSA, 2012; MCCOMAS, 2005; MÉHEUT e PSILLOS, 2007 CARVALHO, 2013).

Com a participação e o acompanhamento por parte dos professores em exercício, as propostas são implementadas em sala de aula e depois analisadas. As análises contribuem para averiguar quais estratégias são efetivas e quais precisam ser repensadas. Feito isso, as propostas são adaptadas para novos contextos (e novos professores) e repetidas.

Escrevendo e Atuando

Para a divulgação científica, o processo envolve o aprofundamento de um episódio histórico, sua adaptação na forma de um roteiro e a posterior pesquisa e a busca por elementos que permitem a encenação e o cenário.

Na escolha do episódio histórico é dada preferência por aqueles que permitem o desenvolvimento de atitudes críticas em relação à ciência e ao seu papel na sociedade. Por outro lado, também são enriquecidos os episódios com as possibilidades de recursos audiovisuais que contextualizem o conteúdo científico presente no roteiro e estimulem a interação com o público.

Tanto a escrita dos roteiros quanto as encenações e a pesquisa por elementos dos cenários fazem parte das atribuições dos integrantes do grupo de teatro científico associado ao GHCEN (Grupo *Impetus*), formado por alunos da Licenciatura em Física e professores da Educação Básica (Figura 2).

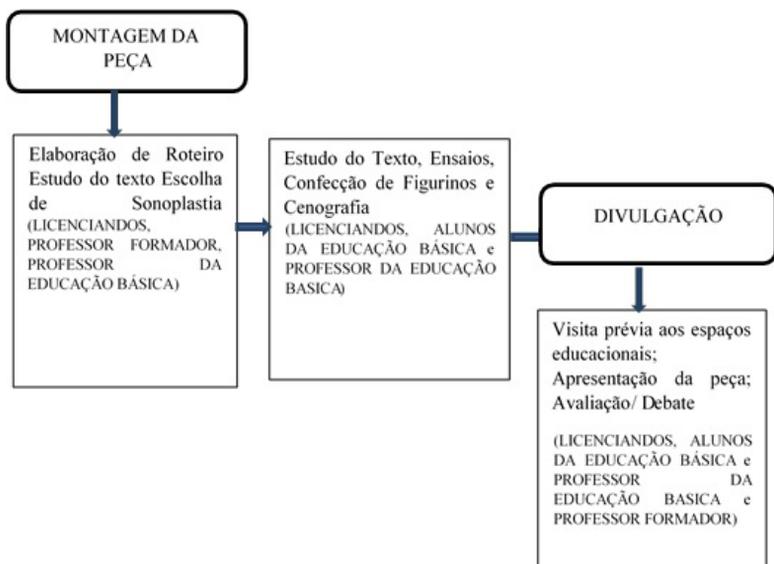


Figura 2: Metodologia de trabalho para elaboração e encenação das peças para divulgação científica

Fonte: Os autores.

Algumas Propostas e Intervenções Realizadas

Nos últimos cinco anos, o GHCEN teve dois projetos de financiamento aprovados pelo CNPq que possibilitaram incrementar a atuação do grupo, desenvolvendo algumas propostas para a sala de aula e para divulgação científica. As pesquisas geradas durante o planejamento, a execução e a análise destas propostas foram resultados de trabalhos de iniciação científica, monografias de final de curso, dissertações de mestrados e teses de doutorado, além de artigos e participações em eventos. Algumas destas propostas serão detalhadas a seguir.

As Propostas para a Sala de Aula

Dentre os possíveis episódios históricos para trabalhar em sala de aula, aqueles envolvendo conceitos como calor, energia e eletromagnetismo foram apontados pelos professores como os mais interessantes. Em grande parte, este interesse está associado ao fato de poder incluir experimentos na proposta com abordagem histórica.

Como primeiro resultado desta ação, foram estudados variados episódios históricos, indo do início do século XVIII até o final do século XIX. Para a análise das fontes primárias e secundárias sobre esses temas, os alunos da licenciatura foram estimulados a lidarem com outros idiomas (inglês, italiano, alemão). Por este motivo, foram traduzidas fontes primárias para o português. A inexistência de materiais de história da ciência em português é apontada como um dos principais empecilhos para que o professor possa fazer uso da abordagem histórica (MARTINS, A., 2007).

Considerando as fontes analisadas, foram elaboradas sequências que utilizavam a abordagem histórica para discutir, principalmente, questões associadas à relação entre observação e teoria, com vistas a desconstruir concepções indutivista-empiristas de ciências. Particularmente nos casos da conservação da energia (SOUZA, 2014) e dos primeiros estudos sobre eletromagnetismo (PINTO et. al., 2017), buscou-se destacar que os resultados experimentais são influenciados pelo contexto sociocultural e concepções filosóficas.

No caso de controvérsias científicas históricas, foi escolhida a pilha como exemplo de diferentes interpretações para um mesmo fenômeno. Nesse caso, a opção foi por destacar a interpretação de Galvani e Volta utilizando-se um vídeo, uma vez que não seria possível reproduzir o experimento com as rãs (ARRUDA e SILVA, 2016). Para a construção do vídeo, foram necessárias

diferentes habilidades, como utilização de software de edição, trabalho com áudio e vídeo, sincronização, pesquisa histórica, etc., que representam novas aquisições para uma futura professora.

Ainda dentro dos temas de calor, energia e eletromagnetismo, foram explorados outros episódios associados à atividade experimental e à influência do contexto sociocultural (SILVA e GUERRA, 2015; SILVA e SILVEIRA, 2017). As propostas que utilizaram atividades experimentais como recurso auxiliar, buscaram por criar um ambiente de investigação, fugindo dos roteiros laboratoriais. Nos experimentos demonstrativos, foram utilizadas reconstruções de experimentos e instrumentos históricos que se aproximavam dos originais² e foram construídos por membros do grupo, baseados nas descrições das fontes primárias³.

As sequências didáticas, os instrumentos e os *kits* experimentais são frequentemente empregados pelos próprios membros em trabalhos de disciplinas da graduação, o que demonstra a utilidade e interesse nos estudos de caso realizados.

A título de exemplo, considerando outros conteúdos, foi desenvolvida uma animação baseada no episódio histórico que envolve a “equação de Torricelli”. Para acrescentar significado à expressão frequentemente utilizada em sala, o professor e membro do GHCEN envolveu os alunos em um projeto gráfico para planejar e elaborar a animação. O projeto envolveu o estudo dos textos (fontes primária e secundária), a pesquisa sobre elementos cênicos, a elaboração de roteiro e, por fim, habilidades gráficas para utilização de software de animação (SAMPAIO et. al., 2017).

2 A menos dos materiais utilizados, que são atuais.

3 As propostas e os instrumentos do grupo podem ser visualizados no blog <http://ghcen.blogspot.com.br/p/episodios-historicos-e-sala-de-aula.html>.

As Propostas de Divulgação

Alguns trabalhos foram desenvolvidos com a finalidade de tratar da ciência e sobre ela, em espaços formais e não formais de educação, dos quais nos apropriamos da arte, em especial o teatro, como uma alternativa de divulgar temas e assuntos científicos. O GHCEN tem contribuído significativamente nas produções desses trabalhos, especificamente no que diz respeito à produção dos roteiros dramáticos que são depois encenados nos palcos de diversos espaços educacionais, como teatro, pátios e salas de aula de escolas do estado da Paraíba. Descreveremos algumas das montagens de teatro, apresentando uma síntese das mesmas, dando destaque aos temas e assuntos científicos abordados e onde as mesmas foram apresentadas.

Copenhague

A peça *Copenhague* foi escrita em 1997 pelo dramaturgo inglês Michael Frayn, detentor de muitos prêmios por suas produções, especialmente para teatro. Os personagens principais são três: Niels Bohr, Werner Heisenberg e Margrethe Norlungue e mortos relembram, ora no mesmo ambiente e época, ora em ambientes e épocas diferentes, o que Bohr e Heisenberg conversaram em um encontro real que aconteceu entre os cientistas em 1941, na casa de Bohr em Copenhague.

A peça escrita em dois atos é uma trama que reúne suspense, amizade, mistério e espionagem, tendo a ética e a responsabilidade dos cientistas como temas das conversas. No entanto, é enriquecida com diversas metáforas físicas, tendo como principais assuntos os princípios de incerteza e de complementaridade, além da questão da energia nuclear (FRAYN, 2000; DÖRRIES, 2005). No entanto, com sua exibição, algumas questões criaram polêmica entre críticos e historiadores da ciência sobre o encontro de 1941, o que repercutiu dentro e fora da academia.

A versão adaptada de *Copenhague* resultou a pesquisa de doutorado de um dos integrantes do GHCEN e a mesma foi desenvolvida por algumas estratégias de trabalho, tais como: Estudo do texto e adaptação da Obra; Planejamento e preparação dos atores; Escolha do Figurino, Cenários; e A Apresentação da Leitura Dramatizada.

O Teatro do SESC de Campina Grande foi o palco da apresentação da peça *Copenhague*. Com uma estrutura para comportar 250 pessoas, tivemos um público de 198 pessoas, entre crianças, jovens, adultos e idosos. A duração da leitura dramatizada de *Copenhague* foi de 1 hora e 40 minutos.

Galileu Galilei

A peça é uma adaptação da Obra Galileu Galilei de Bertolt Brecht (BRECHT, 1956). Nesta montagem, temos dois atos, num primeiro, Galileu, Sra Sarti e Andrea discutem preposições acerca da teoria copernicana. No segundo ato, outros astrônomos, pessoas importantes da igreja esperam o pronunciamento de Cristóvão Clávio, sábio e matemático jesuíta, sobre as observações de Galileu.

Diferentemente da peça anterior, esta foi montada por alunos do primeiro ano do ensino médio da Escola de Ensino Médio Dr. Hortensio de Sousa Ribeiro - PREMEN, localizada em Campina Grande. A proposta integrou o estudo de um aluno de iniciação científica do curso de Licenciatura em Física da UEPB e teve-se o apoio dos professores de Física e de Artes da escola. Os alunos passaram por uma série de atividades para a preparação da montagem, tais como: exercícios de expressão corporal, articulação e voz; e ensaios periódicos. Após esta fase, foram trabalhadas a construção do figurino e criação do cenário, por fim a apresentação da peça.

A sala de aula da escola e o auditório do Colégio Estadual de Ensino Médio Dr. Elpídio de Almeida - Estadual da Prata

foram os palcos de apresentação da peça *Galileo Galilei*, em que os espectadores para a primeira apresentação foram os alunos do ensino médio, e, da segunda, professores da rede estadual de ensino, quando estes participavam de um evento de formação, o PROEMI⁴. A peça teve uma duração aproximadamente 30 minutos.

Ah, Esse Calor!

A peça “Ah, esse calor” surgiu de um roteiro⁵ confeccionado por uma aluna de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, como produto de sua dissertação, quando realizava um estudo sobre esta mesma temática.

A peça aborda um episódio histórico que trata da teoria do calórico e é desenvolvido por meio de uma descrição textual histórica evolucionária desta teoria. São sete atos: No primeiro, os personagens abordam as ideias de Empédocles e Aristóteles sobre o calor e, em seguida, no segundo ato, discutem o pensamento dos atomistas sobre os quatro elementos da natureza e sua relação com o conceito de calor. Na sequência do roteiro, tem-se a interpretação da alquimia no século XV e, no quarto ato, os personagens discutem os conceitos de flogístico e calórico. A calorimetria e as ideias de Lavoisier sobre o calor discorrem nos atos quinto e sexto e, por fim, no sétimo ato, os personagens tratam do calor enquanto forma de energia, conceito atualmente aceito cientificamente.

4 A peça foi convidada a ser apresentada no PROEMI, evento de formação para professores do ensino médio inovador.

5 O roteiro foi elaborado a partir do texto “Concepções sobre a natureza do calor em diferentes contextos históricos”, de autoria de (SILVA, FORATO E GOMES, 2013).

Foram feitas duas montagens da peça, a primeira seguiu duas tendências: Teatro de sombra e Teatro de bonecos, a segunda seguiu a concepção de uma montagem para palco. Ambas as montagens passaram por estratégias de trabalhos, como: reuniões para estudo do texto; escolha de sonoplastia e ensaios; oficinas para expressões corporal e vocal; confecção de figurino e cenário; e apresentações. Contudo, as montagens foram realizadas por grupos diferenciados, bem como as apresentações também aconteceram em espaços diferenciados.

O teatro de sombras e bonecos foi construído por um grupo de alunos do segundo ano do ensino médio da Escola Estadual de Ensino Médio Dr. Hortênsio de Sousa Ribeiro- PREMEN e apresentada na sala de aula para outros alunos da mesma série.

A segunda montagem⁶ da peça de teatro foi realizada por um grupo de alunos do curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual da Paraíba, os quais integram o grupo de teatro científico Impetus, grupo vinculado ao departamento de Física da UEPB. As apresentações aconteceram em cinco cidades do estado da Paraíba, especificamente em cinco escolas de Educação Básica. A Figura 3 ilustra uma das apresentações da peça Ah, esse Calor!

6 A segunda montagem da peça “Ah, esse Calor!” integra o projeto: “Divulgando e comunicando ciência nos espaços formais de educação: um estudo com o teatro”, projeto aprovado em edital universal do CNPq- ano 2014.



Figura 3 – Apresentação da peça *Ah, esse Calor!*, na cidade de Santa Luzia
Fonte: Fotografias dos autores.

Considerações Finais

As propostas elaboradas para a sala de aula utilizando a abordagem histórica levaram os alunos participantes do Grupo a desenvolverem novas competências. Foram estimulados na leitura e análise crítica, refletiram sobre concepções pessoais de ciência e de ensino de ciências e repensaram seus objetivos e intenções como futuros professores. Esta reflexão também esteve presente nas propostas para divulgação científica.

A divulgação científica pode ser realizada por meio do elo entre a ciência e a arte, e o teatro pode ser uma ferramenta com este fim, uma vez que o próprio gênero dramático possui por sua própria natureza o encantamento e o despertar para uma visão crítica e conseqüentemente uma melhor leitura de mundo.

Percebe-se o quanto a arte dramaturgica envolve os alunos e estes se mostram questionadores sobre os temas trazidos nos textos encenados, de forma que a ciência passa a ser apresentada como algo em construção e não como produto pronto e acabado. Verifica-se que os alunos conseguem detectar, nos textos das peças, que a ciência faz parte de um contexto social, e que fatores externalistas interferem no seu desenvolvimento, além de destacarem o papel do cientista e sua importância para o desenvolvimento do conhecimento científico.

A adoção da moderna historiografia da ciência, em associação com os variados recursos didáticos utilizados nas propostas em geral, contempla as recomendações tanto dos documentos oficiais quanto da pesquisa envolvendo o ensino de ciências (física).

Portanto, tanto as propostas para a sala de aula quanto as de divulgação trouxeram novas perspectivas para os futuros professores, habilitando-os a criarem novas estratégias de ensino e romperem com o paradigma do ensino de física baseado em metodologias tradicionais e impositivas. Do mesmo modo, para as escolas de Educação Básica em que as atividades do GHCEN

e do grupo *Impetus* foram desenvolvidas, a nova abordagem trouxe diferentes perspectivas da ciência e de seu conteúdo, auxiliando na aprendizagem e estimulando os alunos para as aulas de ciências.

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro sem o qual este trabalho não poderia ter sido realizado.

Referências

ABREU, A. R. P. Estratégias de desenvolvimento científico e tecnológico e a difusão da ciência no Brasil (In) CRESTANA, S. (org.). **Educação para a ciência:** curso para treinamento em centros e museus de ciência. São Paulo: Editora Livraria da Física, p.23-28, 2001.

ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; BELTRAN, M. H. R. (orgs). **Escrevendo a história da ciência:** tendências propostas e discussões historiográficas. São Paulo: EDUC/ Livraria Editora da Física/Fapesp, 2004.

ALLCHIN, D. Pseudohistory and Pseudoscience. **Science & Education**, v. 13, p.179-195, 2004.

BALDINATO, J. O.; PORTO, P. A. Variações da história da ciência no ensino de ciências. In: Mortimer, E. F. (org.). **Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte: ABRAPPEC, 2008.

BRASIL. **Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. PCN + Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC, 2002.

BRECHT, B. **Galileo Galilei**; Trad. Oswald Bayer - Ediciones Losange. Bs. Aires, 1956.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. (orgs.). **A necessária renovação do ensino das ciências**. 2ª ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CALDAS, G. O poder da divulgação científica na formação a opinião pública. In: SOUZA, C. M. de (org.) **Comunicação ciência e sociedade: diálogos de fronteira**. Taubaté: Cabral Editora e Livraria Universitária, p.65-79, 2004.

CANDOTTI, E. Temperar Ciência e arte, Folha de São Paulo. **Caderno Sinapse**. São Paulo, 29 ago. 2003.

CARVALHO, A. M. P. (org.) **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P.; SASSERON, L. H. Abordagens Histórico-Filosóficas em Sala de Aula: Questões e Propostas. In: CARVALHO, A. M. P. et al. **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010

DOEL, R. E.; SÖDERQVIST, T. (Eds.). **The historiography of contemporary science, technology, and medicine: writing recent science**. New York: Routledge, 2006, 313p.

DÖRRIES, M (ed), **Michael Frayn's Copenhagen in Debate: Historical Essays and Documents on the 1941 Meeting between Niels Bohr and Werner Heisenberg**. Berkeley Papers in History of Science Vol. 20. Berkeley, CA: Office for History of Science and Technology, 2005.

EL HANI, C. N. Notas sobre o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica de nível superior. In: SILVA, C. C. (org.) **Estudos de história e filosofia das ciências**. Subsídios para aplicação no Ensino. São Paulo, Ed. Livraria da Física, 2006, p.3-21.

FORATO, T. C. M.; MARTINS, R. A.; PIETROCOLA, M. History and Nature of Science in High School: Building Up Parameters to Guide Educational Materials and Strategies. **Science & Education**, v. 21, p. 657-682, 2012.

FORATO, T. C. M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 28: 27-59, 2011.

FRAYN, M. **Copenhagen**. New York: Anchor Books Original, 2000.

GIL PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALIS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, p.125-153, 2001.

GRAVEMEIJER, K.; COBB, P. Design research from a learning design perspective. In: VAN DEN AKKER, J. et al. (Eds). **Educational Design Research**, Londres: Routledge, 2006.

GUSMÃO, T. C. R. S. **Em cartaz: razão e emoção na sala de aula**. Vitória da Conquista: Edições UESB, 2009.

HAMBURGER, E. W. A popularização da ciência no Brasil. In: CRESTANA, S. (org.) **Educação para a ciência: curso para treinamento em centros e museus de ciência**. São Paulo: Editora Livraria da Física, p.31-40, 2001.

JARDINE, Nick. Uses and abuses of anachronism in the history of the sciences. **History of Science**, v. 38, n. 3, p. 251-270, 2000.

LIMA, I. P. C. **O uso de controvérsias científicas para a compreensão da natureza da ciência: o caso do princípio de mínima ação**. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade Estadual da Paraíba, 2014.

MARTINS, A. F. P. História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, p. 112-131, 2007.

MARTINS, L. A. P. História da ciência: objetos, métodos e problemas. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, p.305-317, 2005.

MARTINS, R. A. Ciência versus historiografia: os diferentes níveis discursivos nas obras de história da ciência. In: Alfonso-Goldfarb, A. M.; BELTRAN, M. H. R. (orgs). **Escrevendo a história da ciência: tendências propostas e discussões historiográficas**. São Paulo: EDUC/Livraria Editora da Física/Fapesp, 2004.

MARTINS, R. A.; SILVA, C. C.; PRESTES, M. E. B. History and Philosophy of Science in Science Education, in Brazil. In: **International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching**. Springer Netherlands, 2014. p. 2271-2299.

MASSARANI, L. A divulgação científica, o marketing científico e o papel do divulgador. In: SOUZA, C. M. de (org.). **Comunicação ciência e sociedade: diálogos de fronteira**. Taubaté: Cabral Editora e Livraria Universitária, p. 81-94, 2004.

MASSARANI, L.; ALMEIDA, C. Arte e Ciência no palco. **História, Ciência e Saúde- Manguinhos**, v.13 (suplemento), p.233-246, outubro, 2006.

MATOS, C. (org.) **Ciência e Arte**: imaginário e descoberta. São Paulo: Terceira Margem, 2003.

MCCOMAS, W. Laboratory instruction in the service of science teaching and learning: reinventing and reinvigorating the laboratory experience. **The Science Teacher**, v. 72, n. 7, p.24-29, 2005.

MEDINA, M.; BRAGA, M. O teatro como ferramenta de aprendizagem da física e de problematização da natureza de ciência. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 27, n. 2: p. 313-333, ago. 2010.

MÉHEUT, M.; PSILLOS, D. Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. **International Journal of Science Education**, v. 26, n. 5, p.515-535, 2007.

OLESKO, K. Historiography of science. In: HEILBRON, J. L. (ed.) **The Oxford companion to the history of modern science**. Oxford: Oxford University Press, 2003, p.366-370.

OLIVEIRA, R. A.; SILVA, A. P. B. História da ciência e ensino de física: uma análise meta-histórica. In: PEDUZZI, L. O. Q.; MARTINS, A. F. P.; FERREIRA, J. M. H. (orgs.). **Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino**. Natal: Editora da UFRN, 2012.

OLIVEIRA, N. R.; ZANETIC, J. A Presença do Teatro no Ensino de Física. In: IX Encontro Nacional e Pesquisa em Ensino de Física, 2004. **Anais eletrônicos**: Jaboticatubas: Minas Gerais, 2004. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/ix/sys/resumos/T0104.pdf>>. Acesso em: 13 set. 2009.

PINTO, J. A. F.; SILVA, A. P. B.; FERREIRA, E. J. B. Laboratório desafiador e história da ciência: um relato de experiência com o

experimento de Oersted. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p.176-196, 2017.

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

ROSA, C. T. W.; ROSA, A. B. Aulas experimentais na perspectiva construtivista: proposta de organização do roteiro para aulas de física. **Física na Escola**, v. 13, nº 1, p. 4-7, 2012.

SAMPAIO, J. L.; OLIVEIRA, A. A.; LOPES, B. B. R.; FELIX, A. S. B.; SILVA, I. S.; SILVA, K. M. L.; SILVA, A. P. B. Exercitando a criatividade e aprendendo física: fazendo animações para a história da física. **Anais eletrônicos. XXII Simpósio de Ensino de Física**, São Carlos-SP, 2017.

SHAPIN, S. **Nunca pura**: estudos históricos de ciência como se fora produzida por pessoas com corpos, situadas no tempo, no espaço, na cultura e na sociedade e que se empenham por credibilidade e autoridade. Trad. Erick Ramalho. 1a. ed. Belo Horizonte: Fino Traço, 2013; Campina Grande: EDUEPB, 2013, 552p.

SILVA, A. P. B.; GUERRA, A. (orgs.). **História da ciência e ensino**: fontes primárias e propostas para a sala de aula. Coleção Contextos da Ciência. São Paulo: Livraria da Física, 2015.

SILVA, A. P. B.; FORATO, T. C. M.; GOMES, J. L. A. M. C. Concepções sobre a natureza do calor em diferentes contextos históricos. **Cad. Bra. Ens. Fis.**, v.30, n.3, p.492-537, dez. 2013.

SILVA, A. P. B.; SILVEIRA, A. F. (orgs.) **História da ciência e ensino**: fontes primárias e propostas para sala de aula. Volume 2.

Coleção Contextos da Ciência. São Paulo: Livraria da Física, 2017 (no prelo).

SILVEIRA, A. F. **O teatro como instrumento de humanização e divulgação da ciência:** um estudo do texto ao ato da obra Copenhague de Michael Frayn. 2011, 234p. Tese (Doutorado em Ensino Filosofia e História das Ciências)/UFBA-UEFS, Salvador.

SOUZA, R. S. **Desafios da história da física na sala de aula:** sequência didática, caderno de campo e uma leitura das concepções docente e discente. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade Estadual da Paraíba, 2014.

VICENTE, S. A.; SILVA, A. P. B. Comunicando a história da ciência na sala de aula: um vídeo sobre a invenção da pilha. **Anais. XVI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física.** Natal, 2016.

VITOR, F. C.; SILVA, A. P. B. Alfabetização e educação científicas: consensos e controvérsias. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos.** v. 98, n. 249, 2017.

WHITAKER, M. A. B. History and quasi-history in physics education – part 1. **Physics Education**, 14: 108-112, 1979.

ZABALA, A. **A prática Educativa:** Como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZANETIC, J. Física e Arte: uma ponte entre duas culturas. Campinas: **Pro-posições**, v. 17, n. 1, p. 39-58, 2006.

3



OS ECLIPSES E O DRAGÃO DA LUA: UTILIZANDO A HISTÓRIA DA CIÊNCIA PARA CORRIGIR UM EQUÍVOCO EDUCACIONAL COMUM

Roberto de Andrade Martins

“E ocorre eclipse geral [da Lua] em toda a Terra se a mesma estiver na direção da cabeça ou da cauda do Dragão” (SACROBOSCO, 1478, fol. 27v)¹

Introdução e Objetivos

O terceiro ciclo do ensino fundamental brasileiro, dentro do grande tema “Terra e Universo”, analisa as relações entre Terra, Sol e Lua, estudando – entre outras coisas – as fases lunares e os eclipses do Sol e da Lua. Esses fenômenos são bastante simples e não é necessário um conhecimento astronômico avançado para tratá-los de modo correto. Infelizmente,

1 “Et est eclipsis generalis in omni terra si ipsa fuerit in capite vel cauda Draconis directe.”

as pesquisas educacionais mostram que tanto as professoras e os professores de ciências quanto os seus estudantes possuem grandes dificuldades de entendimento desses fenômenos. Ocorrem confusões entre fases lunares e eclipses (PUZZO, 2005), pois muitas pessoas pensam que a parte da Lua que fica escura em suas mudanças de fase é causada pela sombra do Sol (TREVISAN & PUZZO, 2006; LANGHI & NARDI, 2007; LANGHI, 2011; IACHEL, LANGHI & SCALVI, 2008). Outro problema mais complexo é a questão das condições para ocorrência de eclipses. Um eclipse da Lua só pode ocorrer quando a Terra estiver entre esta e o Sol – e isso acontece durante a Lua Cheia; e um eclipse do Sol só pode ocorrer quando a Lua estiver entre ele e a Terra – e isso acontece na Lua Nova. Surge, então, a dúvida: por qual motivo não ocorrem eclipses do Sol e da Lua em todos os meses, nas fases de Lua Nova e Lua Cheia, respectivamente? Com raríssimas exceções, nem os docentes nem os estudantes conseguem responder a isso; e os erros dos livros didáticos os confundem ainda mais (LANGHI & NARDI, 2007; IACHEL, LANGHI & SCALVI, 2008; CANALLE, TREVISAN & LATTARI, 1997).

Há muitas obras didáticas que não abordam essa dificuldade nem fornecem subsídios para esclarecê-la. A própria formação dos professores de ciências é falha, pela carência de um estudo mais cuidadoso de astronomia básica (PEDROCHI & NEVES, 2005; LANGHI, 2011; PUZZO, 2005; LANGHI & NARDI, 2007). Há boas obras didáticas e livros de astronomia que explicam corretamente as condições em que os eclipses ocorrem ou não acontecem (BOCZKO, 1984), mas isso não tem resolvido o problema educacional que foi constatado (PUZZO, 2005; LANGHI & NARDI, 2010). Existe, assim, um desafio a ser enfrentado: o de conseguir fornecer subsídios educacionais adequados para que tanto os docentes quanto os estudantes compreendam, de forma adequada, a natureza e as situações em que

há ou não eclipses do Sol e da Lua. O objetivo deste artigo é dar uma contribuição para a solução dessa dificuldade, utilizando uma abordagem histórica.

Referencial Teórico

Em trabalhos acadêmicos, como este, é conveniente indicar o referencial teórico utilizado, principalmente para apresentar autores e abordagens que utilizamos e cuja importância reconhecemos. No entanto, o referencial teórico não deve servir de justificativa ou de escudo para o pesquisador. Qualquer referencial teórico pode ser criticado; não podemos nos esconder atrás de um autor ou de uma escola e fingir que essa base é perfeita, eterna e inatacável. Na educação, como em toda a história cultural da humanidade, há modismos e tendências que surgem e caem. Mesmo aquilo que adotamos em um momento será criticado e rejeitado em outro. Ao adotarmos um referencial teórico, nós afirmamos que aceitamos sua importância e validade, colocando-nos na frente de batalha, podendo ser atacados em nome desse referencial.

A história das ciências é uma das abordagens que pode contribuir para o ensino de ciências (MATTHEWS, 1995). Dentre os vários usos da história das ciências, um se refere à sua aplicação para facilitar o entendimento de fenômenos e conceitos científicos por parte dos estudantes. Assim como a humanidade passou por diferentes fases de compreensão do universo, enfrentando imensas dificuldades históricas, o educando também atravessa diversas etapas em sua caminhada intelectual que são, de certa forma, análogas às da história da humanidade – embora não exatamente iguais. Conhecer como os pensadores antigos, em diversos momentos, tentavam compreender o universo pode ajudar-nos a entender as dificuldades conceituais dos estudantes e a auxiliá-los na transformação de suas compreensões da natureza.

Nas duas últimas décadas, as orientações educacionais fornecidas pelo governo brasileiro enfatizam a abordagem histórica como um elemento importante no ensino das ciências. Devemos observar, entretanto, que a menção a um documento oficial não estabelece a *validade educacional* de uma prática; uma abordagem é válida ou não independentemente de ser adotada ou ignorada por certo órgão governamental. A importância do uso da história das ciências no ensino científico não surgiu a partir de documentos oficiais brasileiros e não desaparecerá quando novos documentos, eventualmente, abandonarem essa abordagem. São as pesquisas educacionais que estabelecem sua importância.

Aspectos Metodológicos

O presente estudo é, essencialmente, uma proposta pedagógica fundamentada em um estudo de história da ciência. A motivação é educacional, porém a metodologia de produção deste texto é historiográfica. A presente proposta não foi testada, sistematicamente, em estudos de campo – embora já tenha sido empregada, pelo autor, em sua prática educacional. Fica em aberto, portanto, o estudo de sua efetiva utilização e teste por outros pesquisadores.

Resultados e Discussão

A conceituação científica dos eclipses

Antes de mais nada, é conveniente recordar os elementos científicos básicos para a compreensão dos fenômenos de eclipse. A Lua é um corpo que não tem luz própria; é visível quando recebe luz proveniente do Sol. Em condições normais (ou seja, quando não há eclipse), aproximadamente metade da superfície da Lua está iluminada e a outra está escura. A área iluminada é um pouco

maior do que a metade, porque o tamanho do Sol é maior do que o da Lua; mas a diferença entre a parte escura e a parte iluminada é pequena.

Embora aproximadamente metade da Lua esteja sempre iluminada, durante suas fases, a aparência da Lua (vista da Terra) muda gradualmente, porque observamos esse corpo celeste de diferentes ângulos. A Lua Cheia ocorre quando o Sol e a Lua estão em direções opostas, em relação à Terra; e, nessa situação, o lado da Lua que vemos está totalmente iluminado (o lado escuro está na direção oposta). A Lua Nova ocorre quando o Sol e a Lua estão na mesma direção, em relação à Terra; e, nessa situação, o lado iluminado da Lua está voltado para o Sol e o lado escuro está voltado para a Terra; assim, ela não é visível para nós. Isso, no entanto, *não é um eclipse*. Não é a sombra da Terra que produz as fases lunares.

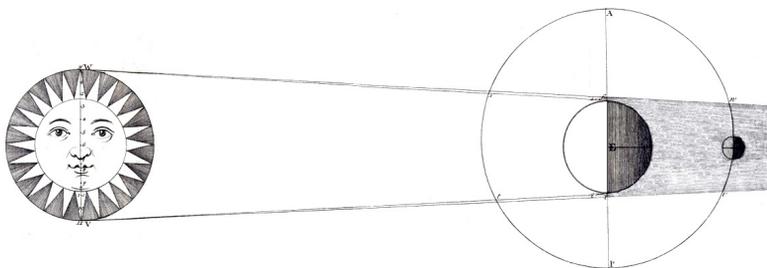


Figura 1 - Eclipse lunar, mostrando a Lua dentro da sombra da Terra. O diagrama não está na escala correta; o diâmetro do Sol é, na verdade, 109 vezes maior do que o da Terra; o diâmetro da Lua é aproximadamente um quarto do da Terra. A distância entre a Lua e a Terra é de aproximadamente 30 diâmetros da Terra; e a distância entre o Sol e a Terra é cerca de 12.000 vezes o diâmetro terrestre; a penumbra da Terra não é mostrada

Fonte: Imagem adaptada pelo autor deste artigo a partir de Ferguson, 1757, p.178-179.

O eclipse da Lua (Figura 1) ocorre quando a Terra está posicionada entre o Sol e a Lua, impedindo que esta seja iluminada; ou, dizendo de outra forma, quando a Lua passa pela sombra da Terra, projetada pelo Sol. O eclipse da Lua pode ser *total* (quando todas as suas partes passam pela sombra da Terra) ou *parcial* (quando apenas uma parte da Lua passa pela sombra da Terra)². Quando ocorre um eclipse da Lua, ela está necessariamente na fase de Lua Cheia, pois apenas nessa situação a Terra pode estar entre ela e o Sol. O eclipse da Lua é visível por todas as pessoas que estejam, naquele instante, no lado da Terra oposto ao Sol – ou seja, nos locais onde, naquele momento, é noite.

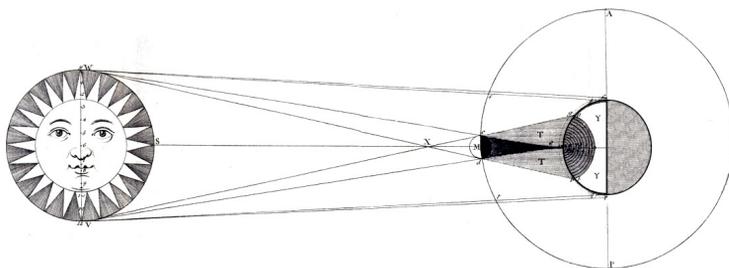


Figura 2 - Eclipse solar, mostrando a sombra da Lua atingindo a Terra. O eclipse só é visto como total em uma região muito pequena da Terra, sendo visto como parcial em uma região maior, atingida pela penumbra da Lua

Fonte: Imagem adaptada pelo autor deste artigo a partir de Ferguson, 1757, p.178-179.

O eclipse do Sol (Figura 2) ocorre quando a Lua passa entre a Terra e o Sol, impedindo que ele seja visto pelas pessoas que estão em certa região da Terra; ou, dizendo de outra forma, quando a sombra da Lua passa sobre a superfície da Terra. Quando ocorre

2 Não estamos considerando, aqui, a questão da *penumbra* da Terra.

um eclipse do Sol, a Lua está necessariamente na fase de Lua Nova, pois apenas nessa situação ela pode estar entre a Terra e o Sol. A Lua é menor do que a Terra, e sua sombra é menor ainda, pois o Sol é maior do que a Lua. Assim, quando ocorre um eclipse do Sol, apenas uma pequena região da Terra vai ser coberta pela sombra da Lua. As pessoas que estejam fora dessa região, não verão o céu escurecer totalmente. Dependendo da posição da pessoa sobre a superfície da Terra, ela pode ver um eclipse solar *total* (quando a Lua passa exatamente entre essa posição e o Sol) ou *parcial* (quando somente uma parte da superfície do Sol é ocultada pela Lua).

A Lua pode passar entre a Terra e um planeta (como Marte), impedindo sua visão, mas esse fenômeno não costuma ser chamado de “eclipse de Marte” e sim de “ocultação de Marte” pela Lua.

O Obstáculo Educacional

A conceituação científica dos eclipses, acima exposta, aparece em textos didáticos sob esta forma ou de modo bastante semelhante a este, acompanhada por diagramas explicativos. Porém, há aspectos que *não foram explicados* acima. A ausência de certos esclarecimentos, juntamente com os diagramas explicativos comuns, leva a uma compreensão errônea dos eclipses.

O ponto principal que precisa ser esclarecido é que os movimentos do sistema Terra – Lua – Sol não ocorrem em um plano e sim em três dimensões. Isso não é evidente e não é muito fácil de compreender as suas consequências. Vamos por partes.

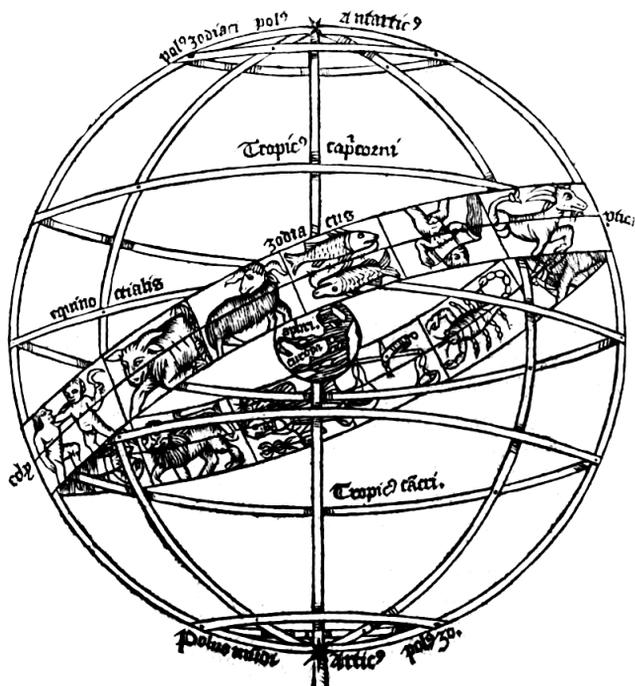


Figura 3 - Antiga representação da estrutura do universo, com a Terra no centro, circundada pela faixa do Zodíaco. O centro da faixa de suas 12 constelações é cortado pela linha da Eclíptica, por onde o Sol se move (visto da Terra) ao longo do ano; a imagem não representa as proporções astronômicas corretas (detalhe de uma gravura de Peurbach)

Fonte: (PEURBACH, 1515).

Em primeiro lugar, se considerarmos apenas a Terra e o Sol e os imaginarmos como sendo pontos materiais, podemos considerar que o movimento da Terra em torno do Sol (ou do Sol em torno da Terra, como se aceitava antigamente³) define um plano,

3 Para a análise das fases da Lua e dos eclipses da Lua e do Sol, não é necessário discutir se a Terra está *realmente* parada ou se ela se move em torno do Sol; é

que é chamado “plano da eclíptica”. Como estamos na Terra, não observamos o movimento dela e sim o do Sol. Visto da Terra, no período de um ano, o Sol percorre uma linha que passa pelo centro do Zodíaco, atravessando as suas doze constelações e demorando aproximadamente um mês para percorrer cada uma delas (Figura 3). Não *vemos* o Sol percorrendo as constelações, porque quando o Sol está visível (durante o dia, evidentemente), o brilho da atmosfera nos impede de ver as estrelas; mas podemos conhecer a posição do Sol em relação às constelações observando-as logo antes do nascer do Sol ou logo depois do pôr do Sol; ou então, verificando quais as estrelas que estão cruzando o plano meridiano acima de nós, à meia-noite, pois sabemos que, nesse instante, o Sol está exatamente no lado oposto. Em todos os anos, ao longo dos séculos, o Sol percorre exatamente a mesma linha, em relação às constelações.

Sob o ponto de vista observacional, essa trajetória do Sol, em relação à Terra, define o plano da eclíptica. Assim, se quisermos representar o movimento anual da Terra em relação ao Sol, ou o movimento anual aparente do Sol em relação à Terra, só precisamos nos referir a esse único plano. Para a análise dos eclipses, é conveniente considerarmos a Terra como nosso centro de referência parado e imaginarmos o Sol se movendo em torno dela, no plano da eclíptica.

conveniente usar a Terra como ponto de referência e considerá-la como se estivesse parada, para o estudo desses fenômenos.

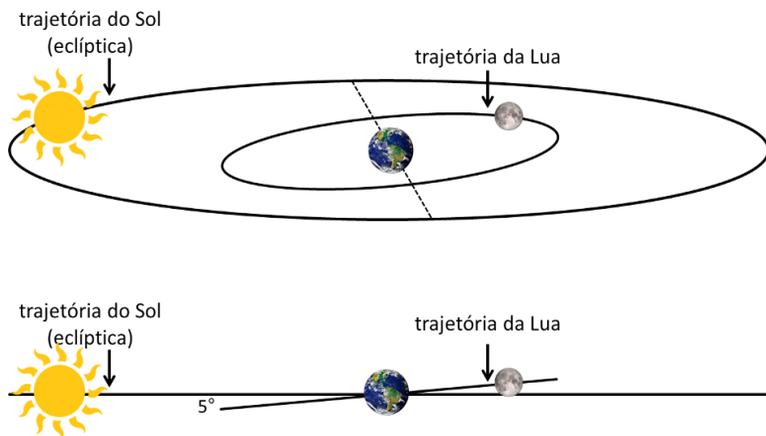


Figura 4 - Os planos da trajetória do Sol em relação à Terra (eclíptica) e da trajetória da Lua estão inclinados um em relação ao outro, com um ângulo de aproximadamente 5° ; a figura não representa corretamente as proporções das distâncias e dos tamanhos astronômicos

Fonte: Imagem construída pelo autor deste artigo.

Em segundo lugar, se considerarmos apenas a Terra e a Lua e as imaginarmos como sendo pontos materiais, podemos também considerar que o movimento da Lua em torno da Terra define um plano. *Porém, este não é o plano da eclíptica.* É um plano diferente, inclinado em relação a este (Figura 4). Assim, quando representamos em um único plano (um desenho em uma folha de papel) tanto o movimento da Lua em torno da Terra quanto o movimento aparente do Sol em torno da Terra, estamos transgredindo a situação espacial tridimensional das relações entre esses três corpos celestes. É a falta de compreensão desse aspecto tridimensional da situação que produz todos os equívocos em relação às situações em que ocorre ou não um eclipse (CANALLE, TREVISAN & LATTARI, 1997; LANGHI & NARDI, 2007).

A Situação Geométrica

Vamos nos referir novamente às constelações do Zodíaco para explicarmos isso. O Zodíaco não é uma *linha* e sim uma *faixa*, de certa largura, onde estão situadas suas constelações. Visto da Terra, o movimento anual do Sol descreve uma linha na faixa do Zodíaco. Visto da Terra, o movimento mensal da Lua também descreve uma linha nessa faixa. *Mas as duas linhas são diferentes*; elas se cruzam apenas em dois pontos, separados por seis signos (180°). Esses dois pontos, como veremos depois, são a cabeça e a cauda do Dragão.

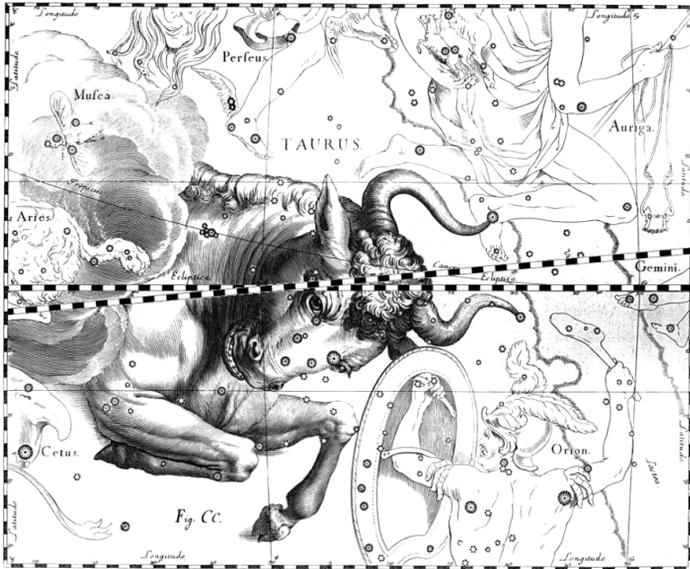


Figura 5 - Trajetórias do Sol e da Lua, passando pela constelação do Touro. A faixa tracejada horizontal, no centro, representa a eclíptica (percurso do Sol) e a faixa tracejada ligeiramente inclinada (cerca de 5°) representa a trajetória da Lua; as larguras dessas faixas correspondem, na escala do desenho, aos diâmetros aparentes do Sol e da Lua – aproximadamente $0,5^\circ$
Fonte: Imagem construída pelo autor deste artigo, utilizando como fundo um desenho de Johannes Hevelius, 1690.

Suponhamos que o Sol está passando pela constelação de Touro (Figura 5); ele demora aproximadamente um mês para atravessar este (ou qualquer outro) signo do Zodíaco⁴. Em aproximadamente um mês, a Lua dá uma volta completa em torno da Terra⁵ e passa, portanto, por todas as constelações do Zodíaco, incluindo a do Touro. Vai ocorrer um eclipse do Sol? Pode ocorrer, ou não. Já que as trajetórias aparentes da Lua e do Sol são diferentes, a Lua pode passar exatamente na frente do Sol (ocorrendo, então, um eclipse), mas pode passar mais para o Norte ou mais para o Sul, sem ocultar o Sol. É, por isso, que não ocorrem eclipses em todos os meses.

Os Nós da Trajetória Lunar

Tomando-se como referência a Terra, os percursos da Lua e a do Sol, projetados no Zodíaco, cruzam-se em dois pontos opostos (Figura 6). Esses são chamados de “nós” da Lua – os pontos em que sua trajetória está “amarrada” à do Sol⁶. Note-se que, na verdade, a distância da Lua até a Terra é muito menor do que a

4 As constelações do Zodíaco possuem tamanhos diferentes; mas, convencionalmente, o Zodíaco é dividido em 12 partes iguais, cada uma delas com 30°.

5 Tomando como referência as estrelas, a Lua dá uma volta em relação à Terra em 27 dias e 1/3, aproximadamente. Mas não é a posição da Lua em relação às estrelas que determina sua fase e sim a posição em relação ao Sol. Como o Sol também se desloca, o tempo entre duas Luas Novas ou entre duas Luas Cheias (chamado “lunação”, ou “mês sinódico”) não é 27 dias e 1/3. As fases da Lua se repetem a cada 29 dias e meio, aproximadamente.

6 Antigamente, esses pontos eram chamados “nōdus”, uma palavra latina que significa nó. Em alguns idiomas, como o inglês, em vez de se traduzir “nōdus” por “knot”, inventou-se a palavra “node”. Em francês, por outro lado, utiliza-se a tradução “noeud”, que significa nó; em alemão, utiliza-se *Mondknoten*, os nós da Lua. Seguindo a tradição do idioma inglês, costuma-se utilizar em português a palavra “nodo”, que não existia em nosso idioma. É preferível utilizar “nó”, que mantém o significado original do termo latino.

distância do Sol até nós e que essas trajetórias nunca se encontram no espaço, realmente. Os eclipses do Sol ocorrem quando tanto o Sol quanto a Lua estão posicionados simultaneamente em um dos nós (ou muito próximos a um deles); e os eclipses da Lua ocorrem quando o Sol e a Lua estão em posições opostas um ao outro, e cada um desses astros está em um dos nós (ou muito próximos a eles).

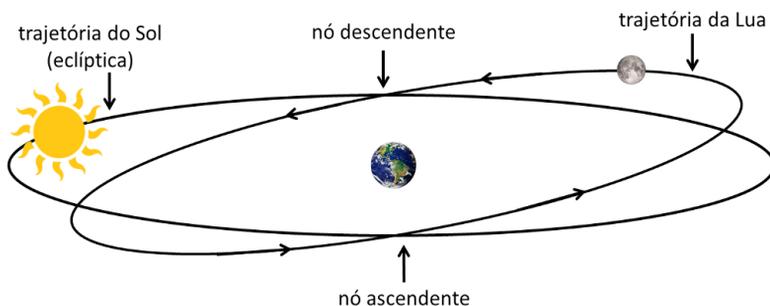


Figura 6 - Sob o ponto de vista de um observador da Terra, a trajetória do Sol e a da Lua se cruzam em dois pontos opostos, que são os “nós” da Lua; a figura não representa corretamente as proporções das distâncias e dos tamanhos astronômicos

Fonte: Imagem elaborada pelo autor deste artigo.

Para podermos compreender isso um pouco melhor, é importante levar em conta os tamanhos aparentes do Sol e da Lua. Vistos da Terra, tanto o Sol quanto a Lua possuem diâmetros angulares aparentes de meio grau ($30'$), aproximadamente⁷. O Sol é muito maior do que a Lua, porém está muito mais distante do que ela; uma coisa praticamente compensa a outra e, por isso, seus tamanhos aparentes são quase iguais. Consideramos essa semelhança

⁷ Como a distância entre a Terra e o Sol não é constante, o diâmetro angular do Sol não é sempre o mesmo; ele varia entre $31' 31''$ e $32' 33''$. Da mesma forma, por causa da variação da distância entre a Lua e a Terra, seu diâmetro angular também varia, entre $29' 20''$ e $34' 6''$.

dos dois diâmetros angulares como um mero acaso: um desses astros poderia ter um tamanho aparente (visto da Terra) completamente diferente do outro.

Outra informação relevante é a inclinação do plano lunar em relação ao plano solar (eclíptica), que é de aproximadamente $5^{\circ} 9'$. Isso significa que, vista da Terra, a trajetória do centro do Sol pelo Zodíaco e a trajetória do centro da Lua pelo Zodíaco podem se afastar até $5^{\circ} 9'$ – uma distância angular muito maior do que os diâmetros aparentes desses astros. Se o ângulo entre os dois planos fosse muito menor (por exemplo: meio grau) ou se os diâmetros aparentes dos dois astros fossem muito maiores (por exemplo: dez graus), ocorreriam eclipses em todos os meses.

Quando, na Lua Cheia, a Lua não está sobre um nó, mas está próxima a um deles, pode ocorrer um eclipse lunar parcial: a sombra da Terra, projetada pelo Sol, passa por uma parte da Lua, sem cobri-la totalmente.

A dificuldade educacional

Vemos, assim, que a compreensão dos eclipses do Sol e da Lua não é um conhecimento elementar. Seus detalhes são bastante complexos – e difíceis de explicar para uma criança. Infelizmente, o ensino fundamental de ciências e de geografia é a *única* oportunidade, no sistema educacional brasileiro, para que todas as pessoas aprendam sobre eclipses. Se alguém adquire, nesse momento, uma compreensão errônea sobre esses fenômenos, provavelmente passará o resto da vida com essa visão equivocada. Nossa experiência pessoal como professor universitário mostra que praticamente todos os estudantes de graduação em física possuem essa visão errônea – e, como as disciplinas de astronomia básica não são uma norma, nos cursos de graduação de física, até mesmo os físicos e professores de física, em sua maioria, terminarão sua vida ignorando isso. O único curso universitário brasileiro no qual necessariamente se ensina a astronomia básica

que explica os detalhes dos eclipses é a graduação em astronomia – e esse é um curso muito raro em nosso país. Muitos professores da educação fundamental estudam o conteúdo de astronomia que vão lecionar apenas através dos livros didáticos que utilizam, ou material disponível na internet. Infelizmente, nos dois casos, podem se defrontar com informações equivocadas ou confusas, o que também vai contribuir para um ensino imperfeito do assunto (PUZZO, 2005; LANGHI, 2011). Compreende-se, assim, por que essa falha de conhecimento dos professores se perpetua, impossibilitando que eles ensinem corretamente aos seus alunos, em todos os níveis (LANGHI, 2011).

A solução deste – e de outros – problemas dependeria, é claro, de uma mudança na própria formação universitária dos professores ou, paliativamente, através de iniciativas de formação continuada (LANGHI, 2009). Por outro lado, mesmo no caso de professores adequadamente preparados para ensinar esse conteúdo, há outro problema, que é a dificuldade de apresentar de modo compreensível a uma criança esses detalhes mais difíceis. Acreditamos que é útil introduzir uma estratégia didática histórica, nesse nível, que pode auxiliar as crianças a captarem a ideia básica dos aspectos tridimensionais dos eclipses, recorrendo à mitologia astronômica, como será mostrado a seguir.

O Dragão dos Eclipses

Quando se observa o início de um eclipse lunar ou solar, vê-se o surgimento de uma mancha curva escura, perto da borda do astro, que vai crescendo até ocultá-lo completamente (se for o caso de um eclipse total). A aparência é como se alguma coisa estivesse corroendo gradualmente o astro. Um eclipse solar dura poucos minutos; o eclipse lunar pode durar quase duas horas. A Lua não fica invisível, no eclipse total: ela se torna avermelhada (por causa da luz do Sol que atravessa a atmosfera terrestre) com uma aparência assustadora.

Muito antes que a humanidade compreendesse o que ocorre durante os eclipses, diversas culturas criaram mitos segundo os quais algum ser maligno tentava destruir, comer ou ocultar os astros luminosos (BOUCHÉ-LECLERCQ, 1899; INGERSOLL, 2005; RANA, 1995; HARTNER, 1938). Na mitologia indiana, tratava-se de um demônio, Rāhu, cuja cabeça foi decepada por Viṣṇu. Na mitologia chinesa, o responsável pelos eclipses era um dragão, Long. No antigo Egito, uma gigantesca serpente chamada Apep ou Apophis (MACKENZIE, 1913). Na mitologia assírio-babilônia, eram demônios com corpo humano e asas, chamados Arallu.

Todos esses mitos procuravam explicar aquilo que era observado nos céus, de um modo simbólico e intuitivo. Os fenômenos dos eclipses, que eram inesperados e assustadores, pareciam ser produzidos por monstros maléficos invisíveis, que estavam em certas posições do céu esperando para engolir, destruir ou ocultar o Sol e a Lua.

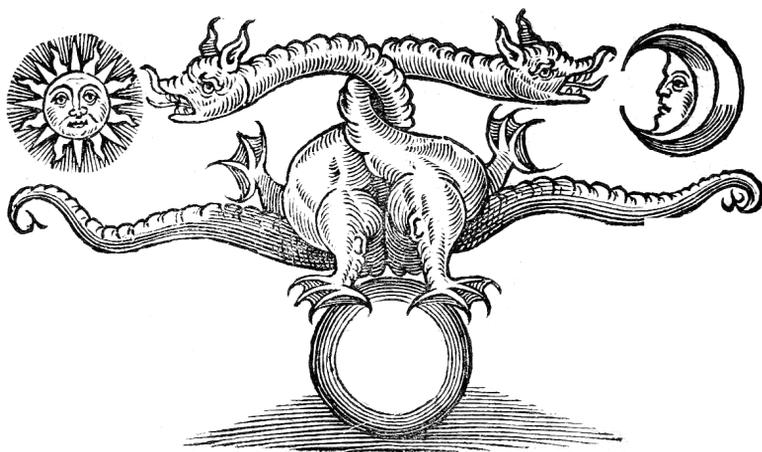


Figura 7 - O Dragão dos eclipses

Fonte: (ASHMOLE, 1652, p.212).

Quando se começou a compreender que os eclipses eram causados pela interposição da Terra entre a Lua e o Sol, ou da Lua entre o Sol e a Terra, sendo desenvolvidos os métodos astronômicos para prever os dias dos eclipses (aproximadamente no século II d.C. – ver Bouché-Leclercq, 1899, p.122; Gail, 1980, p.135) esses mitos se tornaram desnecessários, mas não desapareceram totalmente.

Na Antiguidade e no período medieval, os próprios astrônomos incorporaram o simbolismo do Dragão Celeste na explicação dos eclipses. Os dois nós opostos da órbita lunar foram chamados de cabeça e cauda do Dragão (GAIL, 1980). A palavra “dragão”, em latim, é “draco”⁸; a cabeça do Dragão é “caput Draconis”, representada pelo símbolo Ω , e sua cauda é “cauda Draconis”, representada por \cup . Somente quando a Lua Nova e a Lua Cheia ocorrem nesses pontos (ou muito perto deles) ocorrem os eclipses.

Dentro desse contexto cultural mitológico, é possível explicar por qual motivo não ocorrem eclipses da Lua em todos os meses do ano. É fácil imaginar a seguinte situação: lá no céu, em dois pontos que não vemos, estão a cabeça e a cauda do Dragão, que são os pontos “perigosos” para a Lua. Se ela passar exatamente por esses pontos, ou muito perto deles, ocorrerá um eclipse. A Lua dá uma volta completa em torno da Terra, todos os meses; mas nem sempre o Dragão está à sua espreita exatamente no ponto por onde ela vai passar. Como o céu é tridimensional – e essa é a condição importante, que precisa ser enfatizada –, a Lua pode passar “acima” ou “abaixo” dos pontos “perigosos”, a uma distância “segura”, sem que ocorram eclipses.

8 “Draco” é também o nome latino de uma constelação que fica próxima à Ursa Maior e à Ursa Menor – e que não tem qualquer relação com eclipses. O nome dessa constelação às vezes é traduzido como “Dragão” e outras vezes como “Serpente”.

Esse é um primeiro passo para a compreensão *mitológica* das situações em que ocorre ou não eclipse da Lua. Mas é necessário introduzir mais detalhes nessa estória.

O movimento da Lua não é arbitrário: ele é regular, sendo quase circular, em torno da Terra (não é importante discutir a sua forma elíptica, aqui). A Lua não pode “evitar” a cabeça e a cauda do Dragão; ela tem um caminho determinado pelo qual precisa passar. Por outro lado, o Dragão se move muito lentamente no espaço celeste⁹, mas não pode sair caçando a Lua em um movimento arbitrário. Em algumas de suas voltas, a Lua terá o “azar” de passar pelo caminho do Dragão muito perto de sua cabeça ou de sua cauda, e sofrerá eclipse; em outras voltas, ela terá a “sorte” de passar longe deles, sem sofrer eclipse¹⁰.

O aspecto geométrico tridimensional da situação pode ser explicado para crianças, apresentando as trajetórias da Lua e do Dragão como se fossem caminhos quase circulares em torno de uma montanha, cruzando-se em dois pontos. Em uma sala de aula, pode-se utilizar uma “montanha” formada por uma folha de cartolina enrolada em forma de cone (Figura 8). Sobre esse cone, deve-se colocar uma linha grossa colorida ou desenhar uma linha fechada (que será uma elipse, mas isso não tem importância) sobre a qual se representa o Dragão, cuja cabeça e cauda estão em pontos opostos dessa curva.

A trajetória da Lua pode ser representada por outra linha grossa ou barbante, do mesmo tamanho que a linha do Dragão,

9 O movimento dos nós da Lua tem um período de mais de 18 anos; ou seja, de um mês para outro, a posição dos nós muda menos de dois graus. Em uma abordagem simplificada, pode-se evitar falar sobre o movimento dos nós (ou seja, da cabeça e da cauda do Dragão).

10 Aqui, estamos apresentando uma *reconstrução* de como poderia ter sido a explicação mitológica antiga, cujos detalhes não são conhecidos. Neste ponto, não estamos apresentando a explicação astronômica, que é diferente.

mas colocada inclinada em relação a esta. A Lua, representada por um pequeno objeto móvel, desloca-se sobre esse barbante, podendo passar (ou não) perto da cabeça e da cauda do Dragão. Deve-se explicar que a Lua dá uma volta em torno da montanha em cada mês, mas esse caminho não é sempre igual, ele vai mudando um pouco de uma volta para outra.



Figura 8 - Dispositivo para dinâmica educacional que pode ser utilizada em sala de aula, para ilustrar o Dragão dos eclipses e mostrar a situação tridimensional do problema

Fonte: Ilustração do autor deste artigo.

Outro aspecto que precisa ser explicado é que, mesmo quando a Lua passa pelos “pontos perigosos”, a ocorrência de eclipses depende também da posição dela em relação ao Sol. Um eclipse da Lua só ocorre na Lua Cheia, ou seja, quando ela está em uma situação oposta ao Sol (em relação à Terra) e

é vista totalmente iluminada. Em outras fases, ela nunca sofre eclipse. Não sabemos de que forma, historicamente, esse aspecto era introduzido na interpretação mitológica dos eclipses, mas podemos imaginar que a Lua fica “desprotegida” quando está totalmente iluminada e que apenas nesses momentos ela pode ser capturada e engolida pelo Dragão; em outros momentos, ela está parcialmente escondida e o Dragão não a percebe. No contexto didático, lidando com crianças, é possível recorrer a uma comparação com estórias que elas conhecem, como a de Chapeuzinho Vermelho e o Lobo Mau, adicionando um detalhe que não faz parte da lenda original: quando a menina está com a cabeça totalmente descoberta, ela é vista pelo lobo; se sua cabeça está parcialmente coberta pelo capuz de seu manto vermelho, o lobo não a ataca. Ou então, com a estória de Joãozinho e Maria, na qual a bruxa malvada só quer comer Joãozinho quando ele estiver gordo; da mesma forma, o Dragão só quer comer a Lua quando ela está “gorda” (cheia).

A partir da mitologia do Dragão da Lua, é possível introduzir narrações e dinâmicas divertidas em sala de aula, que devem motivar as crianças e fixar alguns conceitos importantes sobre os eclipses:

1. Os eclipses da Lua só ocorrem na Lua Cheia, que acontece uma vez por mês;
2. Nem sempre, na Lua Cheia, ocorrem eclipses da Lua;
3. Os eclipses da Lua só ocorrem quando ela passa, na Lua Cheia, perto de pontos específicos do céu (a cabeça ou a cauda do Dragão);
4. A Lua não passa perto desses pontos na Lua Nova e na Lua Cheia em todas as suas voltas mensais, por causa da situação tridimensional envolvendo a trajetória da Lua e a posição da cabeça e da cauda do Dragão.

O Dragão não Existe... Viva o Dragão!

Apresentamos na seção anterior a mitologia do Dragão da Lua e a possibilidade de sua introdução no contexto educacional. No entanto, o ensino dos eclipses, nas escolas, não pode se *limitar* à sua apresentação mitológica. É necessário, em um segundo momento, dizer claramente aos estudantes que o Dragão Celeste não existe; e complementar essa primeira apresentação com uma visão diferente, puramente astronômica. Porém, assim como ocorreu historicamente, podem ser mantidos os nomes mitológicos e transformar sua interpretação¹¹.

Para ilustrar com um texto histórico esse segundo momento educacional, apresentamos a seguir um trecho do *Tratado da Esfera (Tractatus de Sphæra)* de Johannes de Sacrobosco, escrito no século XIII. Essa obra medieval foi um dos textos mais utilizados no ensino da astronomia, desde sua produção até o século XVII, tendo sido estudado por personagens importantes, como Copérnico e Galileo. Circulou nas universidades, durante a Idade Média, sob forma de manuscritos; e, depois da invenção da imprensa, teve quase duzentas edições e versões comentadas, em muitos países diferentes. Vejamos como Sacrobosco explicava os eclipses – e, primeiramente, como ele descreve o Dragão (Figuras 9 e 10):

O equante da Lua é um círculo concêntrico com a Terra e no plano da eclíptica. Seu deferente é um círculo excêntrico que não está no plano da eclíptica – de fato, metade dele se inclina para o norte e a outra para o sul – e o deferente intercepta o equante em dois lugares e a figura dessa interseção é chamada de

11 O conceito dos nós lunares e sua identificação com a cabeça e a cauda do Dragão se originam no Oriente – talvez na Índia ou na Pérsia (DUCHESNE-GUILLEMIN, 1990, p.18; HARNER, 1938, p.132).

Dragão porque é larga no meio e estreita nas extremidades. Aquela interseção, portanto, através da qual a Lua se move do sul para o norte é chamada cabeça do Dragão; enquanto a outra interseção através da qual se move do norte para o sul é chamada cauda do Dragão (SACROBOSCO, 1478, fol. 26v).

Como já foi explicado, o plano da eclíptica é definido pela trajetória do Sol em relação à Terra (ou, adotando um ponto de vista heliocêntrico, pela trajetória da Terra em torno do Sol)¹². Sacrobosco descreve um círculo nesse plano, cujo centro é a Terra – o *equante* – e um outro círculo, que não está nesse plano, que é o *deferente* (transportador) da Lua¹³. Quando esses dois círculos são desenhados, o espaço entre eles é uma faixa mais larga no meio e que termina em duas pontas opostas e que é chamada de Dragão por causa dessa aparência (notemos que Sacrobosco não se refere à mitologia que explicamos antes).

12 Para a interpretação dos eclipses, é indiferente adotar o ponto de vista heliocêntrico ou geocêntrico – ou seja, não se precisa discutir se *realmente* a Terra está parada ou se ela se move em torno do Sol. Sob o ponto de vista prático, *é mais fácil* supor que a Terra está parada, para analisar os eclipses.

13 Na astronomia antiga, os termos “deferente” e “equante” possuem um significado mais complexo, que não precisa ser explicado aqui.

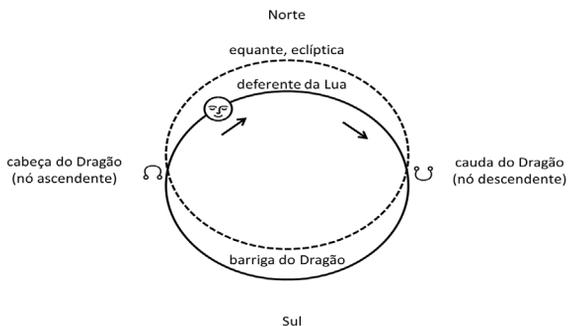


Figura 9 - Representação esquemática das trajetórias do Sol (eclíptica) e da Lua (deferente), mostrando os nós (cabeça e cauda do Dragão), baseada em gravuras do *Tratado da Esfera* de Sacrobosco (ilustração do autor deste artigo).

Fonte: O autor.

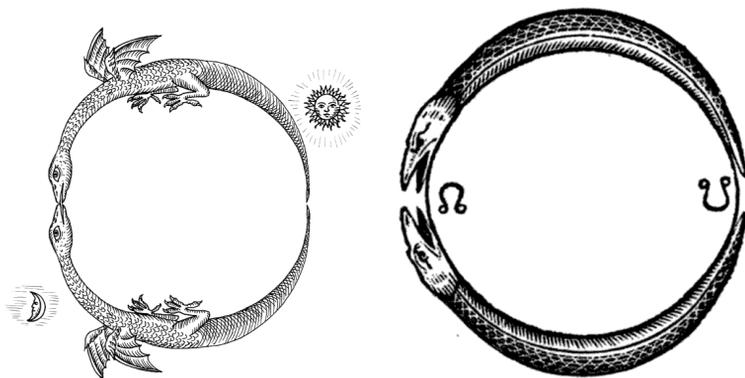


Figura 10 - Representações artísticas do Dragão dos eclipses, às vezes apresentado com asas e outras vezes como se fosse uma serpente; em geral, são desenhados dois dragões (ou serpentes) com as caudas e cabeças para o mesmo lado. Note a semelhança entre o corpo desses dragões e o desenho esquemático anterior, na Figura 9

Fonte: Figura da direita: baseada em desenho de Gordon Napier, disponível no site www.deviantart.com, baseada em antiga ilustração alquímica, publicada com autorização do autor; figura da esquerda: Maurice, 1806, p. 221.

Dessas duas extremidades, aquela que marca o ponto no qual a Lua passa do sul para o norte é chamada de cabeça, e a outra de cauda do Dragão. Portanto, apenas quando a Lua está nesses dois pontos, ela se encontra no plano da eclíptica, ou seja, no plano no qual o Sol se move (visto da Terra). Quando está em outros pontos do deferente, a Lua está “acima” (ao norte) ou “abaixo” (ao sul) do plano do Sol.

Utilizando esses conceitos, Sacrobosco explica os eclipses:

Como o Sol é maior do que a Terra, é necessário que metade da esfera da Terra esteja sempre iluminada pelo Sol e que a sombra da Terra, estendida no ar como um cone, diminua em circunferência até que termine, no plano do círculo dos signos, inseparável do nadir do Sol. O nadir [do Sol] é um ponto no firmamento diretamente oposto ao Sol¹⁴. Portanto, quando a Lua cheia está na cabeça ou cauda do Dragão sob o nadir do Sol, então a Terra se interpõe entre o Sol e a Lua; e o cone da sombra da Terra cai sobre o corpo da Lua.

Portanto, como a Lua não possui luz exceto do Sol, ela é realmente privada de luz; e há um eclipse geral [visível] em toda a Terra, se ela [a Lua] estiver na direção da cabeça ou da cauda do Dragão; ou eclipse parcial, se estiver quase dentro dos limites determinados para o eclipse. E o eclipse sempre ocorre na Lua cheia, ou próximo dela. Mas, como nem sempre na oposição, ou seja, na Lua cheia, a Lua está na cabeça ou cauda do Dragão, ou sob o nadir do Sol, não é necessário que a Lua sofra eclipse em cada

14 A palavra “nadir” pode ter outros significados em astronomia. Para qualquer ponto sobre a superfície da Terra, chamamos de “zênite” o ponto que está diretamente para cima, na vertical; e de “nadir” o ponto que está diretamente para baixo, na vertical.

Lua cheia; como aparece na figura apresentada (SACROBOSCO, 1478, fol. 27v).

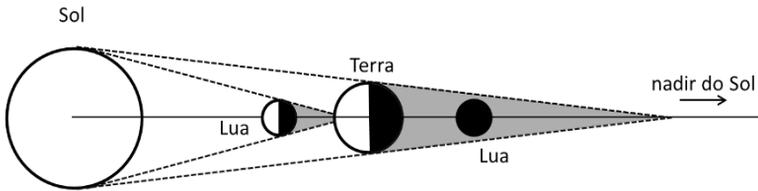


Figura 11 - Representação esquemática dos eclipses do Sol e da Lua, baseada em gravura do *Tratado da Esfera* de Sacrobosco. O desenho não representa as proporções astronômicas corretas dos tamanhos e distâncias dos corpos celestes e omite as penumbras da Lua e da Terra.

Fonte: O autor.

Por outro lado, quando a Lua está na cabeça ou na cauda do Dragão, ou próxima, ou dentro dos seus limites e em conjunção com o Sol, então o corpo da Lua fica interposto entre nossa visão e o corpo do Sol. Portanto, ela obscurecerá o brilho do Sol para nós, e assim o Sol sofrerá eclipse – não porque lhe falte luz, mas porque ela nos falta, pela interposição da Lua entre nossa visão e o Sol. Disso fica claro que nem sempre há um eclipse solar na conjunção, ou Lua nova. E deve ser notado que quando ocorre um eclipse da Lua, esse é um eclipse [visível] em toda a Terra, mas quando ocorre um eclipse do Sol, isso não é assim. Realmente, pode haver eclipse do Sol [visível] em um clima [faixa geográfica] e não em outro, o que acontece por causa dos diferentes pontos de vista nos diferentes climas. (SACROBOSCO, 1478, fol. 27v-28r).¹⁵

15 O texto latino completo do *Tratado da esfera* de Sacrobosco, com uma tradução para o português pelo presente autor, pode ser encontrado em Sacrobosco, 2015.

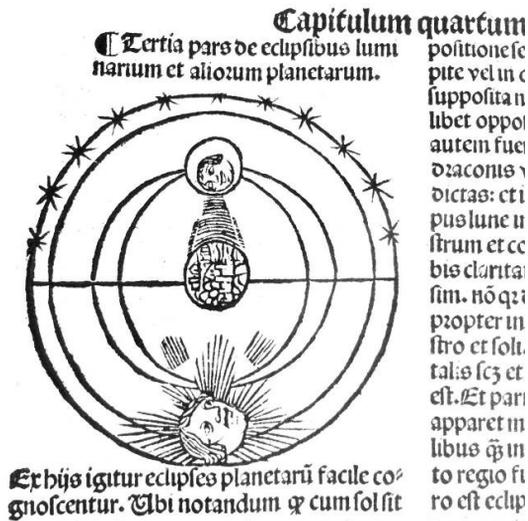


Figura 12 - Diagrama de um eclipse da Lua, de uma edição do *Tratado da Esfera* de Sacrobosco. Note-se que a Lua e o Sol estão sobre os nós lunares (cabeça e cauda do Dragão), pois está ocorrendo um eclipse
Fonte: (SACROBOSCO, 1508, fol. m vi, recto).

Essa citação não é fácil de ser entendida, sem explicações complementares; porém, aquilo que já apresentamos anteriormente fornece os requisitos necessários para sua compreensão, não sendo necessário repeti-los.

Esta sucinta explicação de Sacrobosco contém todos os elementos necessários para compreender os eclipses do Sol e da Lua e o motivo pelo qual eles não ocorrem em todas as Luas Cheias e Luas Novas. Por utilizar a nomenclatura da cabeça e da cauda do Dragão, ela permite conectar a versão mitológica com a interpretação puramente astronômica desses fenômenos. A ênfase, tanto no contexto mitológico quanto no astronômico, de que os eclipses só acontecem quando a Lua passa pela cabeça ou pela cauda do Dragão, e não todos os meses, é um recurso didático que facilitará que os estudantes gravem esse ensinamento.

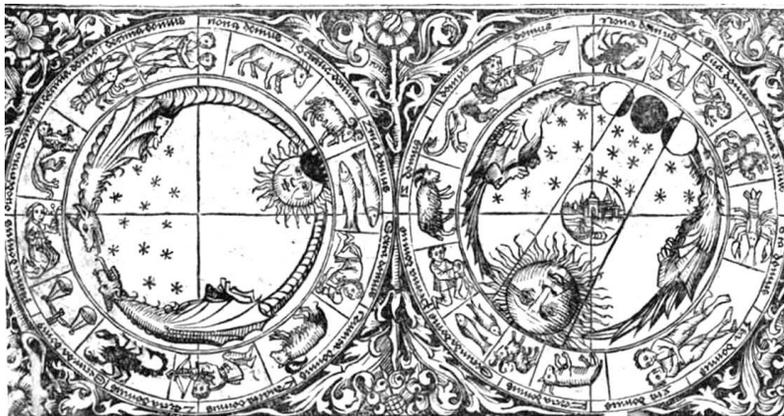


Figura 13 - Figura de um almanaque do final do século XV, contendo previsões de eclipses do Sol (esquerda) e da Lua (direita), mostrando os signos em que esses fenômenos vão ocorrer e representando os Dragões celestes

Fonte: (HONIGER, 1493).

Considerações Finais

Como vimos, o ensino simplificado da natureza dos eclipses do Sol e da Lua, na educação básica, leva a confusões e à impossibilidade de compreender por qual motivo não ocorrem eclipses em todos os meses. A explicação astronômica mais detalhada, é claro, elucida isso perfeitamente, mas não é conhecida pela maioria dos docentes e pode ser excessivamente complexa para o ensino de crianças e adolescentes. Este artigo propõe a introdução do Dragão da Lua, de sua cabeça e de sua cauda, como elementos importantes para a compreensão de alguns detalhes conceituais dos eclipses. Essa abordagem, voltada para o ensino fundamental, deve ter dois momentos: no primeiro, os eclipses devem ser abordados mitologicamente, com narrativas e brincadeiras, utilizando a Lua e o Dragão como personagens antropomórficos; no segundo, utilizando a versão astronômica medieval, na qual são mantidos os *nomes* de cabeça e cauda do Dragão, porém com a interpretação

geométrica, sem aspectos antropomórficos. Embora a introdução de conceitos de origem mítica possa parecer inconveniente, no ensino de ciências, acreditamos que a utilização desses nomes marcantes e sua associação simbólica podem ajudar na compreensão e fixação dos conceitos astronômicos correspondentes.

É necessário enfatizar que a proposta aqui apresentada é apenas um *recurso adicional*, que deve ser combinado com muitos outros (incluindo observações do céu, simulações dos eclipses em sala de aula, uso de ilustrações variadas mostrando eclipses etc.) para produzir um aprendizado adequado dos eclipses.

O autor agradece o apoio recebido por parte do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que possibilitou a realização desta pesquisa.

Referências

ASHMOLE, Elias. **Theatrum chemicum Britannicum**. London: Printed by J. Grismond, 1652.

BOCZKO, Roberto. **Conceitos de astronomia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1984.

BOUCHE-LECLERCQ, Auguste. **L'astrologie grecque**. Paris: Ernest Leroux, 1899.

CANALLE, João Batista Garcia; TREVISAN, Rute Helena; LATTARI, Cleiton Joni Benetti. Análise do conteúdo de astronomia de livros de geografia de 1º grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, 14 (3): 254-263, 1997.

DUCHESNE-GUILLEMIN, Jacques. The dragon and the lunar nodes. **Bulletin of the Asia Institute**, 4: 17-19, 1990.

FERGUSON, James. **Astronomy explained upon Sir Isaac Newton's principles and made easy to those who have not studied mathematics**. 2a ed. London: Printed for and sold by the Author, 1757.

GAIL, Adalbert. Planets and pseudoplanets in Indian literature and art with special reference to Nepal. **East and West**, 30 (1/4): 133-146, 1980.

HARTNER, Willy. The pseudoplanetary nodes of the Moon's orbit in Hindu and Islamic iconographies. **Ars Islamica**, 5 (2): 112-154, 1938.

HONIGER, Jacobus. **Almanach ad annum 1494**. Nuremberg: Caspar Hochfeder, 1493.

IACHEL, Gustavo; LANGHI, Rodolfo; SCALVI, Rosa Maria Fernandes. Concepções alternativas de alunos do ensino médio sobre o fenômeno de formação das fases da Lua. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, (5): 25-37, 2008.

INGERSOLL, Ernest. **Dragons and dragon lore**. New York: Dover, 2005.

LANGHI, Rodolfo. **Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental**: repensando a formação de professores. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Bauru: Faculdade de Ciências / UNESP, 2009.

_____. Educação em astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 28 (2): 373-399, 2011.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Ensino de astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 24 (1): 87-111, 2007.

_____. Formação de professores e seus saberes disciplinares em Astronomia Essencial nos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, 12 (2): 205-224, 2010.

MACKENZIE, Donald A. **Egyptian myth and legend**. London: Gresham, 1913.

MATTHEWS, Michael. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, 12 (3): 164-214, 1995.

MAURICE, Thomas. **Indian antiquities: or, dissertations relative to Hindostan**. Vol. 3. London: Printed for the author, by W. Bulmer & Co., 1806.

PEDROCHI, Franciana; NEVES, Marcos Cesar Danhoni. Concepções astronômicas de estudantes no ensino superior. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, 4 (2): 1-9, 2005.

PEURBACH, Georg von. **Theoricarum novarum textus Georgij Purbachij**. Paris: Sumtibus Johannis Paruir, Reginaldi Chauderon, 1515.

PUZZO, Deolinda. **Um estudo das concepções alternativas presentes em professores de ciências de 5ª série do ensino fundamental sobre as fases da Lua**. Dissertação (Mestrado em Ensino

de Ciências e Educação Matemática). Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2005.

RANA, Narayan Chandra. **Myths and legends related to eclipses**. Delhi: Vigyan Prasar, 1995.

SACROBOSCO, Johannes de. **Tractatus de sphæra**. [Venice]: [Adam de Rottweil], [1478].

_____. **Uerrimum sphere mundi commentum**. Paris: Iehan Petit, 1508.

_____. **Tractatus de sphæra**. Edição e tradução de Roberto de Andrade Martins. Raleigh: Lulu Press, 2015.

TREVISAN, Rute Helena; PUZZO, Deolinda. Fases da Lua e eclipses: concepções alternativas presentes em professores de ciências de 5ª série do ensino fundamental. p. 74, in: **X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2006.

4



COMPREENSÃO RELACIONAL, METACOGNIÇÃO E HISTÓRIA DA MATEMÁTICA

John Andrew Fossa

A História da Matemática – faz certo tempo – tem conquistado um lugar destacado na Educação Matemática como um importante agente de cognição. Para muitos professores, porém, o papel da História parece ser limitado ao seu aspecto de favorecer a motivação do aluno e, ainda pior, esse papel motivador parece ter sido compreendido de forma bastante superficial. Não obstante o fato de que a questão da motivação é de extrema importância, prescindiremos dela, no presente artigo, para apresentar uma outra função que ela pode desempenhar no ensino da matemática, a saber, o de prover abordagens alternativas ao ensino direto de procedimentos matemáticos mecânicos. Antes, porém, de proceder para a exemplificação dessa função da História, descreveremos a finalidade da Educação Matemática em termos da compreensão e das habilidades que queremos que o aluno construa. Assim, ao nos tornarmos para os exemplos, poderemos ver mais claramente como as alternativas retiradas da História da Matemática podem nos ajudar na consecução dessas finalidades.

Dois Tipos de Compreensão

Em 1976, o educador matemático inglês, Richard Skemp, publicou, na revista *Mathematics Teaching*, o artigo “Relational Understanding and Instrumental Understanding”. O seu propósito foi o de distinguir entre os dois tipos de compreensão mencionados no título (compreensão relacional e compreensão instrumental) e advogar que o primeiro seja considerado o fim da Educação Matemática. Segundo o próprio Skemp, tanto a distinção quanto a terminologia devem-se ao Professor Stieg Mellin-Olsen da Universidade de Bergen. Inegavelmente, no entanto, foi só com a referida publicação de Skemp que a distinção veio a ser um importante tópico na Educação Matemática, especialmente em círculos construtivistas.

Por compreensão relacional, enfim, entende-se, segundo Skemp (1989¹, p.2), “knowing both what to do and why”, enquanto, por compreensão instrumental, entende-se o conhecimento do “como”, sem o “porquê”. Assim sendo, o aluno terá compreensão instrumental quando, por exemplo, ele apenas tem decorado uma regra e, em contraste, terá compreensão relacional quando também sabe por que a regra funciona. Colocada desta forma, a distinção certamente é anterior tanto ao Professor Skemp, quanto ao Professor Mellin-Olsen. Foi, contudo, Skemp quem deu uma caracterização teórica mais interessante à distinção ao descrevê-la em termos de esquemas conceituais. Segundo essa conceptualização, a compreensão relacional é caracterizada por esquemas ricos que contêm muitos pontos de contatos com outros esquemas.

Embora a distinção entre esses dois tipos de compreensão pareça simples, ela engendra várias confusões. Mencionamos aqui somente algumas que vão ser importantes para os nossos

1 O mencionado artigo de Skemp foi reimpresso em Skemp (1989).

propósitos. Em primeiro lugar, compreensão instrumental não equivale ao erro. Considere, por exemplo, as respostas de dois alunos hipotéticos ao seguinte problema: $5+7 = ?$ Aluno A responde 12, enquanto aluno B responde 11. Não podemos concluir que aquele alcançou compreensão relacional sobre a questão, enquanto este só tem compreensão instrumental. A análise correta (abstraindo de várias outras possibilidades e circunstâncias) é outra: o aluno B não tem compreensão (ele errou), enquanto o aluno A mostrou compreensão. Da sua resposta, contudo, não sabemos se o aluno A acertou devido a um conhecimento mais profundo da estrutura da adição ou por mera memorização e, portanto, não podemos decidir se ele tenha compreensão relacional, ou apenas compreensão instrumental.

Em segundo lugar, compreensão relacional é um fenômeno global, não local. Considere ainda o hipotético aluno C que, ao escutar as respostas dos alunos A e B sobre o problema mencionado no parágrafo anterior, responde da seguinte forma: “não sei da resposta certa, mas certamente não pode ser 11, pois a soma de dois números ímpares não pode ser ímpar”. Esse aluno mostra conhecimento mais profundo das estruturas aditivas e, portanto, ou tem, ou está em vias de construir a compreensão relacional, embora ainda não tenha resolvido o problema em tela. Assim, para o presente autor², não faz sentido perguntar sobre o tipo de compreensão sobre um determinado item de conhecimento, mas somente sobre ele em relação ao contexto maior em que se insere. Isto é corroborado pela caracterização da compreensão relacional em termos de esquemas conceituais, pois é uma questão de absorver o determinado item de conhecimento num esquema e estabelecer relações pertinentes dele com outros elementos do esquema, bem como com outros esquemas apropriados.

2 Para uma investigação mais detalhada desse ponto de vista, ver Silva (2013).

Em terceiro e último lugar, compreensão instrumental não é conhecimento desprezível. De fato, em certas circunstâncias, como nas da aprendizagem de andar de bicicleta, compreensão instrumental poderá suprir todas as nossas necessidades³. Em outras circunstâncias, a compreensão instrumental poderá ser o meio através de que a compreensão relacional é alcançada; é isto, por exemplo, a justificação teórica do Kumon. Mais importante, há circunstâncias em que queremos internalizar o conhecimento referente à compreensão relacional, como no caso da aprendizagem das tabuadas aritméticas. Instrumentalizamos, em efeito, esse conhecimento para poder utilizá-lo de forma rápida e eficiente, enquanto mantemos aberta a possibilidade de trazer à tona a compreensão relacional quando apropriada.

Dois Comportamentos

Os três itens que destacamos na seção anterior, levam-nos a considerar dois tipos distintos de comportamentos. O primeiro é o do aluno que até resolve vários problemas, mas para quem a resolução é sempre uma luta ou é feita através de um golpe de sorte. Geralmente, esse tipo de aluno tem uma só abordagem para o problema e, quando a mesma não surtir efeito, ele é incapaz de reconhecer que a sua abordagem é inapropriada e, portanto, se condena a repetir, ineficazmente, o mesmo processo várias vezes em seguida, a procura de um suposto erro na sua aplicação. O segundo tipo de comportamento é o do aluno que parece mais atento à sua própria atuação e que possui a habilidade de considerar abordagens alternativas ao problema. Esse aluno frequentemente vê o problema numa luz diferente, ou é capaz de

3 Observe que isto é o caso para a criança que está aprendendo andar de bicicleta, mas não para o professor de Educação Física que está preparando sua equipe para competir no *Giro d'Italia!*

relacioná-lo com circunstâncias não dadas explicitamente na formulação do problema. O primeiro tipo de comportamento é chamado de principiante, o segundo, de perito.

Ora, pode parecer uma teimosia falar de comportamento perito na Escola Básica, mas é claro que é necessário relativizar o conceito para o contexto. Obviamente, não queremos falar do perito como se fosse um pesquisador nas fronteiras da matemática. Ele é, não obstante, parecido com este no sentido de que é um pesquisador nas fronteiras do seu próprio conhecimento. Também poderá ser um exagero identificar o aluno perito com o que tem compreensão relacional e o aluno principiante com o que tem apenas conhecimento instrumental. Mesmo assim, as duas distinções são claramente relacionadas e podemos até afirmar que é necessário que o aluno tenha compreensão relacional para que seja um aluno perito.

Há muitos estudos que têm investigado o aluno perito e, assim, podemos apresentar o seu perfil com mais pormenores. Como já observamos, esse tipo de aluno possui um certo volume de conhecimentos organizados de forma relacional. Além disto, também demonstra outras capacidades. Entre essas, é a capacidade de clarificar situações problemáticas que permanecem confusas para o aluno principiante. Faz isto por identificar e manter diante de si as finalidades do problema, compreender os conceitos envolvidos e discernir quais deles são mais importantes para a resolução do problema e escolher abordagens que parecem mais prometedoras na situação dada. Ainda mais, tem a capacidade de monitorar sua própria compreensão, bem como reformular sua compreensão do problema e escolher novas abordagens quando a primeira escolha se revela ineficaz. Em conjunto, essas capacidades são chamadas de habilidades metacognitivas.

Nisto, vemos que um componente importante na evolução do aluno principiante para o aluno perito é o desenvolvimento na capacidade de o aluno a fazer representações apropriadas do problema.

Assim, Barmby; Bolden e Thompson (2014) destacam a necessidade de proferir ao aluno atividades que o permitirão a desenvolver suas capacidades metacognitivas de compreender e representar o problema. No que segue, investigaremos alguns exemplos de como a História da Matemática poderá auxiliar-nos nessa tarefa.

Procedimentos Mecânicos

Face a um verdadeiro problema, isto é, uma situação em que queremos uma solução, mas para a qual ainda não a detemos, o matemático sempre quer, como resultado preferido, descobrir um procedimento mecânico para decidir a questão. Um procedimento mecânico é um procedimento finito⁴ determinado, cuja aplicação resolve tanto o problema específico dado, quanto todos os outros suficientemente parecidos. Talvez o exemplo mais discutido de um procedimento mecânico é a determinação da validade de proposições do Cálculo Sentencial pelo método de tabelas de verdade. Dado, por exemplo, o esquema sentencial $(P \rightarrow Q) \rightarrow (\sim Q \rightarrow \sim P)$, a seguinte tabela mostra a sua validade:

Tabela 1 – Esquema sentencial $(P \rightarrow Q) \rightarrow (\sim Q \rightarrow \sim P)$

P	Q	$(P \rightarrow Q) \rightarrow (\sim Q \rightarrow \sim P)$				
v	v	v	v	f	v	f
v	f	f	v	v	f	f
f	v	v	v	f	v	v
f	f	v	v	v	v	v

Fonte: O autor.

⁴ De fato, o procedimento deverá ter tamanho razoável para que seja realizável em tempo hábil.

As letras minúsculas itálicas e as setas verticais não pertencem à tabela, mas são afixadas a ela para ajudar a mostrar como o procedimento é determinado. As primeiras duas colunas mostram todas as possibilidades de combinações de valores de verdade (v – “verdadeira”, f – “falsa”) para P e Q dispostas em um padrão fixo. A ordem alfabética *a, b, c, d, e* mostra a ordem temporal⁵ do cálculo da tabela e as setas verticais mostram como cada coluna foi calculada em função de outras colunas, onde, no entanto, as tabelas para os operadores \rightarrow e \sim são dadas por definição. A validade é confirmada pelo fato de que na coluna principal (*e*) só tem v. Proposições não-válidas são abordadas da mesma forma, como é mostrado pela seguinte tabela para $(P \rightarrow P) \rightarrow (\sim Q \rightarrow \sim P)$:

Tabela 2 – Tabela verdade $(P \rightarrow P) \rightarrow (\sim Q \rightarrow \sim P)$

P	Q	$(P \rightarrow P) \rightarrow (\sim Q \rightarrow \sim P)$				
v	v	v	v	f	v	f
v	f	v	f	v	f	f
f	v	v	v	f	v	v
f	f	v	v	v	v	v

a *e* *b* *d* *c*

Fonte: O autor.

Aqui, a não-validade é mostrada pelo fato de que há pelo menos um f na coluna principal. Os problemas “suficientemente parecidos” que são resolvidos pelo procedimento, são os que pedem a determinação da validade/não-validade de proposições do Cálculo Sentencial.

⁵ Outras ordens temporais são possíveis, mas escolhemos uma para fazer o procedimento determinado.

Outros exemplos bem conhecidos de procedimentos mecânicos são, por exemplo, o algoritmo de multiplicação geralmente ensinado nas escolas, dado o algoritmo de adição, o algoritmo euclidiano para achar o m.d.c. de dois números, dado os algoritmos das operações aritméticas, e Diagramas de Venn. Disto, vemos que dois ou mais algoritmos mecânicos podem ser combinados para formar um novo procedimento mecânico.

O Algoritmo de Multiplicação

O algoritmo de multiplicação é um bom exemplo de um tipo de conhecimento que queremos compreender e também internalizar. Por um lado, precisa-se compreender o algoritmo para poder raciocinar sobre ele na resolução de outros problemas e para construir outros conceitos matemáticos que dependem dele. Por outro lado, precisa-se interiorizar o algoritmo para poder usá-lo de forma eficaz em cálculos aritméticos. Um instrumento útil para a construção desse conhecimento, a fim de promover uma compreensão da notação posicional, é o QVL (Quadro Valor de Lugar). O QVL, no entanto, não deixa de ser um tanto arbitrário, do ponto de visto do aluno, e isto poderá diminuir a sua eficácia. A História da Matemática nos oferece um instrumento, o ábaco romano, que é estritamente paralelo ao QVL, mas, pelo fato de ser um instrumento que foi em uso cotidiano por vários séculos, poderá surtir um interesse maior no aluno. De fato, proporciona ao professor várias possibilidades para desenvolver atividades inter ou transdisciplinares, tanto com outros assuntos matemáticos (por exemplo, sistemas de numeração) quanto com assuntos de outras disciplinas (História do Império Romano e/ou a Idade Média e Renascença).

O ábaco romano é, na sua forma mais simples, um pano em que são desenhadas várias colunas, representando potências de dez. Os números são representados por colocar fichas nas colunas apropriadas (ver a Figura 1). Para fazer as operações aritméticas, as fichas

são manipuladas de várias maneiras. Em especial, atividades usando o ábaco romano para efetuar a multiplicação são apresentadas em Ibiapina (2014). As referidas atividades não somente fazem uso de uma representação alternativa para desenvolver a compreensão relacional do algoritmo de multiplicação, mas também podem ser usadas para facilitar reflexões metacognitivas mediadas pela análise dos movimentos físicos feitos na manipulação das fichas.

\bar{C}	\bar{X}	M	C	X	I
			•• •	•• •	•

Figura 1 - Exemplo de ábaco romano, exibindo o número 321

Fonte: O autor.

A História da Matemática também nos fornece outros métodos para fazer a multiplicação. Fossa (2010) contém vários exemplos, mostrando como são relativizados a certos sistemas de numeração. A Figura 2, por exemplo, mostra como a multiplicação foi feita (para sistemas de notação posicional) pelo método de *gelosia*. Uma atividade interessante seria apresentar alguns exemplos desse método ao aluno e lhe pedir: (1) descobrir como é feita a operação; e (2) avaliar as vantagens e desvantagens desse método em relação ao método usual. A primeira pergunta claramente proporciona oportunidades de enriquecer a compreensão relacional do aluno sobre o algoritmo de multiplicação. Mais ainda, a segunda pergunta leva o aluno à reflexão metacognitiva, pois para avaliar a facilidade e eficácia de cada método para si

mesmo, será necessário refletir como ele próprio procede mentalmente ao executar cada método.

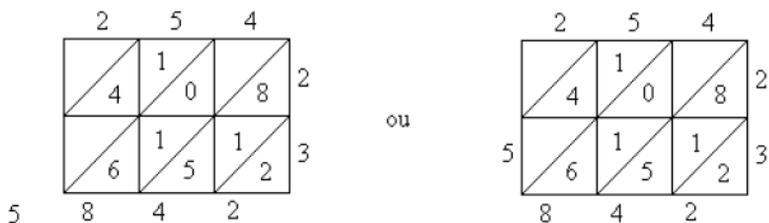


Figura 2 - Multiplicação de 254 por 23 pelo método de *gelosia*

Fonte: O autor.

Diagramas de Venn

Um assunto que frequentemente causa dificuldades, para o aluno da Escola Básica, é o raciocínio envolvendo proposições gerais, sejam elas acopladas, ou não, ao silogismo. As dificuldades são parcialmente relacionadas à própria generalidade e, portanto, abstração dessas proposições, mas também devem-se ao fato de que são interpretadas em contextos matemáticos de formas divergentes da maneira em que são usadas cotidianamente. Uma maneira bem conhecida de representar tais proposições é através dos Diagramas de Venn.

Antes de proceder, observamos que, em muitos escritos pedagógicos, faz-se uma enorme confusão entre os Diagramas de Venn e os Diagramas de Euler, embora sejam representações bastante distintas (ver FOSSA, no prelo). Atinaremos com algumas dessas diferenças mais adiante, pois haveremos ocasião de abordar os Diagramas de Euler em seguida. Por enquanto, contudo, vamos voltar aos Diagramas de Venn.

O matemático inglês, John Venn (1834-1923), trabalhou na lógica e na teoria das probabilidades. Os diagramas por ele idealizados consistem em um padrão fixo que representa todas

as possibilidades de inclusão/exclusão de conjuntos. A Figura 3 mostra o padrão para os casos de dois e de três conjuntos. O retângulo representa o universo do discurso e os círculos os conjuntos considerados. Uma barra em cima de uma letra indica que os elementos da região não têm a propriedade assinalada pela letra, sendo que os elementos da região $P\bar{Q}$, por exemplo, consistem em tudo que é P , mas não Q .

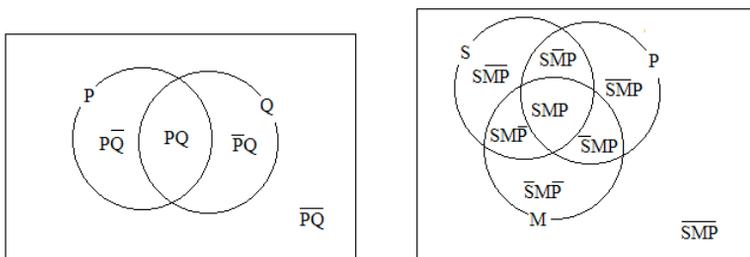


Figura 3 - O padrão dos Diagramas de Venn para 2 e 3 conjuntos

Fonte: O autor.

Lembramos que, para usar as tabelas de verdade, precisamos conhecer as tabelas básicas dos operadores primitivas. De forma análoga, para usar os Diagramas de Venn, precisamos conhecer os diagramas para os tipos básicos de proposições gerais, ou seja, proposições das seguintes formas⁶:

- A: Todo P é Q .
- E: Nenhum P é Q .
- I: Algum P é Q .
- O: Algum P não é Q .

⁶ As letras A, E, I, O foram invenções da Idade Média em relação à Teoria do Silogismo. Aqui as consideremos apenas como nomes convenientes dos tipos de generalizações.

Os referidos diagramas são dados na Figura 4, que vem munida das seguintes convenções:

1. Uma região sombreada está vazia;
2. Uma região marcada com um X contém pelo menos um elemento;
3. Não se tem informação sobre as regiões em branco.

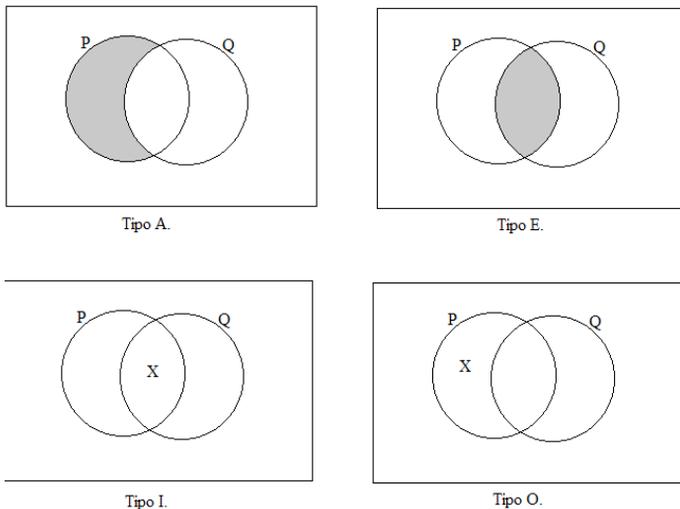


Figura 4 - Os tipos básicos de Diagramas de Venn

Fonte: O autor.

Para decidir se um raciocínio é válido, ou não, basta diagramar as premissas e a conclusão e verificar se, ou não, o diagrama para a conclusão é contido no diagrama para as premissas. A Figura 5 mostra os diagramas para o seguinte argumento:

Alguns números primos são ímpares. (I)
Portanto, alguns números ímpares são primos.

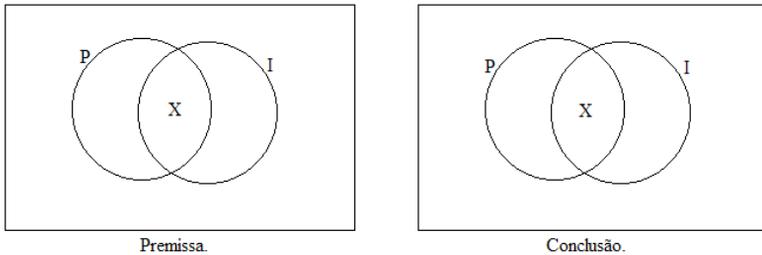


Figura 5. Diagrama de Venn para argumento (I)

Fonte: O autor.

Visto que a Figura 5 mostra que o diagrama da conclusão é contido no da premissa, o argumento é válido. Como um exemplo de um argumento inválido, consideremos:

Alguns retângulos não são quadrados. (II)
 Portanto, alguns quadrados não são retângulos.

A Figura 6 mostra que o argumento é inválido, pois o diagrama para a conclusão contém informação não dada no diagrama para as premissas.

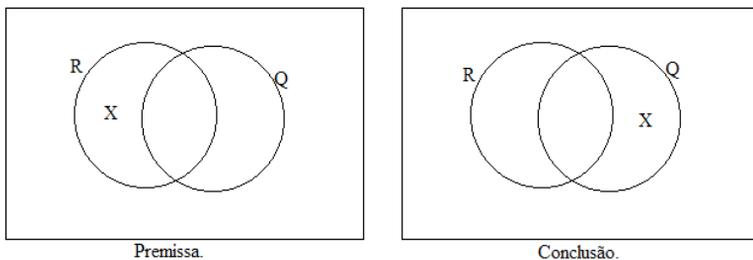


Figura 6 - Diagrama de Venn para argumento (II)

Fonte: O autor.

Diagramas de Euler

Dos exemplos dados, podemos ver que os Diagramas de Venn constituem um procedimento mecânico para decidir a validade/invalidade de um argumento. É precisamente por essa razão, no entanto, que eles poderão ser ineficazes para o desenvolvimento das capacidades metacognitivas do aluno, pois o aluno poderá aplicá-los, com sucesso, sem ser induzido a refletir sobre o seu uso do procedimento. Mais ainda, a representação de proposições de tipo A poderá parecer arbitrária para o aluno e, assim, dificultar a compreensão relacional.

Para evitar essas dificuldades, podemos lançar mão a outro procedimento retirado da História da Matemática, os já mencionados Diagramas de Euler. O matemático suíço, Leonhard Euler (1707-1783), desenvolveu seus diagramas na obra *Lettres à une princesse d'Allemagne*⁷, que originou de uma série de cartas que ele mandou, entre 1760 e 1762, à jovem princesa, Friederika Charlotte (1745-1808). Em contraste aos Diagramas de Venn, Euler não usa um padrão fixo em que a informação contida no argumento é exposta segundo regras determinadas, mas mostra iconograficamente as relações de inclusão/exclusão entre conjuntos através das relações de inclusão/exclusão (parciais ou totais) dos círculos que representam esses conjuntos. Geralmente, há várias maneiras de representar as premissas. Assim, para mostrar a validade de um argumento, é necessário mostrar que a informação contida no desenho da conclusão é contida em todas as maneiras possíveis de desenhar as premissas. Visto que sempre resta uma possibilidade de que nem todas as possibilidades de representação foram contempladas, o procedimento não é mecânico.

7 Visto que a referida obra, *Cartas a uma princesa alemã*, foi concebida como explicitamente pedagógica, não é de surpreender que é uma boa fonte para material que pode ser usado na sala de aula. Para algumas possibilidades, ver Pereira (2017).

Voltamos agora ao argumento (I), cuja premissa é “Alguns números primos são ímpares”. Para representar essa premissa usando os Diagramas de Euler, é necessário pensar em todas as maneiras em que a interseção dos dois conjuntos não seja vazia.

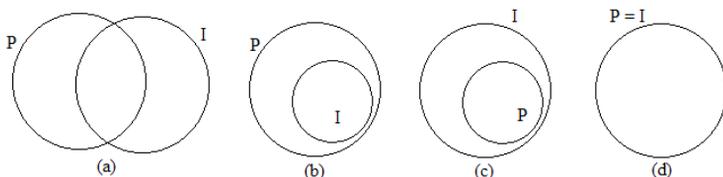


Figura 7 - Diagrama de Euler para argumento (I)

Fonte: O autor.

A Figura 7 mostra que há quatro possibilidades. Em todas elas, verificamos que há alguns ímpares que também são primos (a conclusão do argumento) e, portanto, o argumento é válido.

Como outro exemplo, usamos os Diagramas de Euler para determinar a validade do argumento (II). Neste caso, precisamos desenhar todas as possibilidades em que podemos representar a premissa “Alguns retângulos não são quadrados”, que é mostrado na Figura 8. Tanto na parte (a), quanto na parte (c) desta Figura, há quadrados que não são retângulos. Na parte (b), no entanto, todos os quadrados são retângulos. Em consequência, o argumento é inválido.

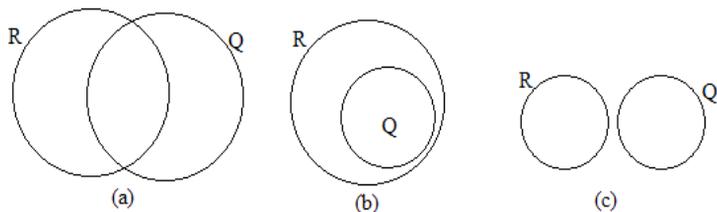


Figura 8 - Diagrama de Euler para argumento (II)

Fonte: O autor.

Observamos uma diferença gritante entre os Diagramas de Venn e os de Euler. A Figura 8 (a), por exemplo, como Diagrama de Venn, não contém informação alguma, pois é apenas um padrão geral para dois conjuntos que só virá a conter informação mediante o sombreamento de uma ou mais regiões e/ou a colocação de um X em uma ou mais regiões. Como Diagrama de Euler, em contraste, a Figura 8 (a) contém três elementos de informação, a saber: (1) Algum R não é Q; (2) Algum R é Q; e (3) Algum Q não é R. A plenitude de informações contida nos Diagramas de Euler aponta para a necessidade de considerar todas as possibilidades, mas, ao mesmo tempo, proporciona ao professor oportunidades de levar o aluno a refletir sobre como ele deve proceder para garantir a obtenção de todas essas possibilidades. Isto, por sua vez, o leva a considerar suas próprias estratégias de raciocínio, aumentando assim suas capacidades metacognitivas.

A Questão da Importância Existencial

Há outra diferença grande entre os Diagramas de Euler e os de Venn que devemos mencionar, devido seu potencial pedagógico. Considere assim o seguinte argumento:

Todo quadrado é retângulo. (III)

Portanto, alguns quadrados são retângulos.

A Figura 9 mostra como a premissa desse argumento deve ser diagramada usando os Diagramas de Euler. Há somente duas possibilidades e, em cada uma delas, vemos que há alguns quadrados que são retângulos e, portanto, o argumento é válido. Na lógica tradicional, esse tipo de argumento é chamado “por enfraquecimento”, pois nos permite concluir algo mais fraco (“alguns”) a partir de algo mais forte (“todos”).

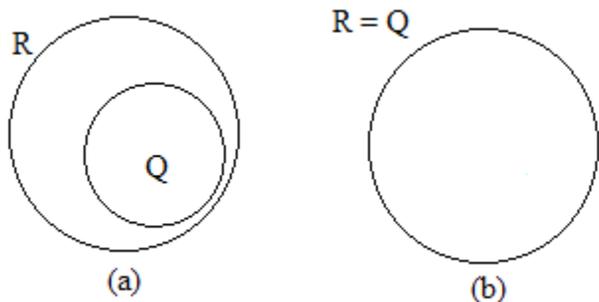


Figura 9 - Diagrama de Euler para argumento (III)

Fonte: O autor.

Na Figura 10, utilizamos os Diagramas de Venn para diagramar esse mesmo argumento (III). A referida Figura mostra que há algo no diagrama da conclusão (um X na região QR) que não consta no diagrama da premissa. Em consequência, o argumento é inválido.

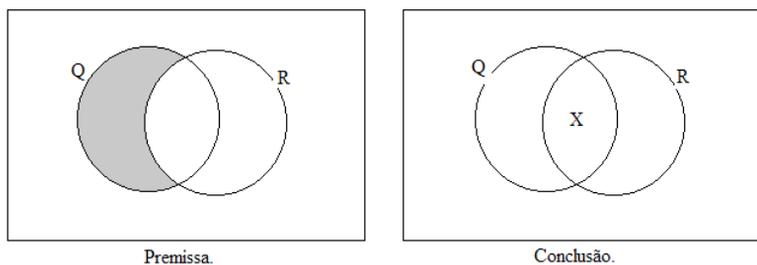


Figura 10 - Diagrama de Venn para argumento (III)

Fonte: O autor.

A diferença entre os dois resultados deve-se a suposição, feita pela lógica tradicional, de que os sujeitos de proposições dos tipos A e E são conjuntos não vazios. Isto é a chamada “importância existencial” da lógica tradicional, que é repudiada pela lógica

moderna. Os Diagramas de Euler aceitam a importância existencial, enquanto os Diagramas de Venn a rejeitam. Desta forma, a lógica tradicional e os Diagramas de Euler são apropriados para contextos do dia a dia, enquanto a lógica moderna e os Diagramas de Venn são apropriados para o contexto da matemática. Seria muito interessante esclarecer essa diferença para o aluno, pois o levaria para uma compreensão mais profunda da natureza da matemática como uma construção humana. Neste sentido, o aluno poderá apreciar o fato de que as definições e axiomas matemáticos não são algum tipo de imponderável místico, mas resultados de decisões tomadas por matemáticos para vários fins. Isto, por sua vez, realçará de novo a importância da metacognição no fazer da matemática.

Conclusão

Como temos visto, o próprio sucesso do pensamento matemático frequentemente resulta no estabelecimento de procedimentos mecânicos de resolução de certos problemas. O ensino direto desses procedimentos, contudo, poderá inibir o desenvolvimento da compreensão relacional da matemática, bem como as capacidades metacognitivas do aluno. Uma maneira muito eficaz para evitar essas consequências do ensino direto é a utilização de abordagens alternativas retiradas da História da Matemática. Ao fazer isto, respeitamos a condição do aluno como pesquisador nas fronteiras do seu próprio conhecimento e proporcionamos a ele condições de aprendizagem que, do ponto de vista construtivista, são de acordo com a natureza do conhecimento. Desta forma, o aluno estará mais ativo na construção do seu conhecimento e terá melhores oportunidades de alcançar uma compreensão mais profunda dos procedimentos mecânicos que são o objeto do ensino. Ao mesmo tempo, ele estará desenvolvendo as habilidades que o farão um perito autônomo na sua busca de novos conhecimentos.

Referências

BARMBY, Patrick; BOLDEN, David; THOMPSON, Lynn. **Understanding and Enriching Problem Solving in Primary Mathematics**. Northwich: Critical Publishing, 2014.

FOSSA, John A. **Diagramas para o Silogismo**. No prelo.

_____. **Os Primórdios da Teoria dos Números**. Natal: EDUFRN, 2010.

IBIAPINA, Wilter Freitas. **Uso Pedagógico do Ábaco Romano para o Ensino do Algoritmo de Multiplicação**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática. UFRN. Natal. 2014.

PEREIRA, Daniele Esteves. É Possível Utilizar Fontes Históricas nas Aulas de Matemática da Educação Básica? **BOCEHM**, v. 4, n. 11, 2017.

SKEMP, Richard R. **Mathematics in the Primary School**. London: Routledge, 1989.

SILVA, Georgiane Amorim. **Caracterização das Categorias de Skemp de Compreensão Relacional e Compreensão Instrumental em Termos da sua Noção de Esquema**. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Educação. UFRN. Natal. 2013.

Parte II

SOBRE TECNOLOGIAS DIVERSAS APLICADAS AO ENSINO DE CIÊNCIAS E DA MATEMÁTICA



5



“A RAPOSA E AS GALINHAS”: O JOGO COMO CENÁRIO PARA ENSINAR ADIÇÃO DE NÚMEROS DECIMAIS

Filomena Maria Gonçalves da Silva Cordeiro Moita
Leandro Mário Lucas

Introdução

O ensino de forma geral e em especial o de matemática foi predominantemente técnico, formal, livresco, mecânico e centrado no professor ou na otimização de resultados até a década de 1970 (FIORENTINI, 1995). Tal modelo passou a ser contestado de forma mais veemente com a crise do Movimento da Matemática Moderna e com o conseqüente surgimento da Educação Matemática como um campo profissional e científico. A partir de então, novos temas passaram a ser discutidos com mais intensidade nas pesquisas acadêmicas. Um deles é o uso de jogos em sala de aula para tornar o processo de ensino e aprendizagem mais dinâmico e interativo.

Se, até então, os jogos em sala de aula eram defendidos apenas por intelectuais e alguns educadores, essas discussões se aprofundaram, proliferaram-se, e seus resultados foram apropriados pelas propostas curriculares e pelas práticas docentes de forma tal que transformou seu uso em uma nova tendência temática e metodológica para pesquisa (FIORENTINI; LORENZATO, 2012) e para o ensino de matemática (MENDES, 2008).

Nesse cenário, ratificaram-se, de forma oficial e prática, as já intelectualmente reconhecidas contribuições dos jogos para o desenvolvimento da socialização, da cognição e da construção/consolidação de conceitos matemáticos e, mais recentemente, para o desenvolvimento do engajamento e da motivação e para a proposição, a resolução e a exploração de problemas matemáticos, ainda entendidos como objetos socioculturais em que a Matemática está presente (BRASIL, 1998).

A ciência dessas potencialidades e das dificuldades apresentadas pelos alunos de uma escola pública paraibana na operação de adição de números decimais nos impulsionou a criarmos, a partir de um jogo indígena, o jogo “A Raposa e as Galinhas”, para ensinar esse conteúdo matemático. Para tanto, trocamos os personagens do jogo original por outros pertencentes ao cotidiano dos alunos, inserimos retas numéricas em seu tabuleiro e criamos novas regras que possibilitaram intervir e identificar algumas contribuições educativas e didático-pedagógicas do jogo, adaptado para a aprendizagem do conteúdo explorado.

Nessa perspectiva, o estudo é embasado principalmente em teorias de autores como Caillois (1990), Piaget (1999), Huizinga (2000), Vigotski (2007), Fiorentini e Miorim (1990) e nos Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática (BRASIL, 1998), entre outros, e tem como objetivo apresentar as contribuições diagnosticadas durante a realização da intervenção.

O Jogo e a Educação Matemática

O uso de jogos faz parte dos modos de educar dos seres humanos há muito tempo. Se os tomarmos como sinônimo de brincadeira e se considerarmos a educação para além dos processos formais, existem relatos de que, desde a Antiguidade, era através deles que as famílias ensinavam os ofícios aos seus filhos (SANT'ANNA; NASCIMENTO, 2012). Com o aparecimento da educação formal que, geralmente, buscou apoiou em teorias pedagógicas contextualizadas com as transformações sociais e políticas, sua utilização perpassou as barreiras dos ensinamentos familiares e assumiu objetivos, finalidades e perspectivas variadas (FIORENTINI; MIORIM, 1990).

Segundo Moita (2007, p.15), “Compreender o papel do jogo na formação do sujeito tem sido objetivo de diversas pesquisas nas mais variadas áreas do conhecimento”. Ainda de acordo com a autora, essa temática tem sido foco das pesquisas de educadores, psicólogos, sociólogos, antropólogos, filósofos, historiadores e matemáticos, dada a sua importância e diversidade histórica.

No que diz respeito à educação infantil, por exemplo, Kishimoto (1995, p.54) afirma que, até a “revolução romântica”, existiam três concepções predominantes do uso de jogos: como recreação, associado ao ensino de conteúdos escolares e como diagnóstico da personalidade infantil. Nesse período, foi compreendido como atividade de relaxamento dos esforços humanos, como atividade não séria, mas também como um meio que contribui para o desenvolvimento da inteligência, que facilita o estudo e, conseqüentemente, tornou-se uma atividade propícia à aprendizagem dos conteúdos escolares. Na Grécia Antiga, Platão já defendia o uso de jogos para desenvolver a abstração dos cálculos elementares nas crianças (NICOLAU, 2011).

Para Fiorentini e Miorim (1990), no Século XVI, período em que a criança era considerada uma miniatura do adulto, com as mesmas capacidades, apenas menos desenvolvidas, e o ensino tinha a função de corrigir suas “deficiências” através da transmissão de informações, o uso de jogos para o ensino de matemática era considerado como algo insignificante. No Século XVII, entretanto, a didática de Comenius, influenciada por alguns estudos da Psicologia, passou a questionar tal modelo, em detrimento do qual pregava uma educação em que a criança deveria ser ativa e participativa.

Esses autores afirmam que essa forma de conceber a educação atribuiu significativo valor ao uso de jogos e de materiais concretos no ensino e influenciou, já no Século XVIII, intelectuais como Rousseau, Pestalozzi e Froebel a ratificarem a importância desses instrumentos em sala de aula. Posteriormente, os estudos da Psicologia ligados às teorias behavioristas passaram a orientar o uso de jogos atrelados à concepção de aprendizagem como mudança de comportamento, e ao ensino, como reforço.

Em tempos mais recentes, os estudos de Piaget e de Vigotski vieram fortalecer a importância do uso dos jogos em sala de aula. Partem, entretanto, de perspectivas diferentes: o primeiro tece considerações sob a ótica biológica, o segundo, sob o olhar sociocultural. Na visão de Jean Piaget, as manifestações lúdicas acompanham os estágios de desenvolvimento dos indivíduos. No estágio sensório-motor, em que os comportamentos são baseados em reflexos e permeados de egocentrismo, manifestam-se os jogos de exercício, nos quais não se têm intervenções do pensamento, tampouco de manifestações sociais, entretanto, seu aparecimento é útil para ativar os movimentos, a percepção e, em sua evolução para o simbolismo, conduz os indivíduos à representação (PIAGET, 1964).

No estágio pré-operatório, em que a criança começa a organizar seu pensamento irreversível e a perceber aspectos relevantes

e momentâneos dos objetos, ainda que de forma predominantemente egocêntrica, emergem os jogos simbólicos, em que as crianças fazem representações da vida real, desenvolvem o pensamento representativo, a imaginação, as imitações dos modelos adultos, começam a interagir consigo mesmas e a desenvolver as primeiras condutas sociais em função dos seus desejos.

No estágio operatório concreto, as crianças iniciam os raciocínios reversíveis e as operações abstratas sobre as partes e o todo de determinado objeto. É nesse período em que elas se desfazem do egocentrismo puro e em que, a partir das combinações das atividades sensório-motoras e intelectuais, surgem os jogos de regras.

Segundo Piaget (1999), o jogo de regras desenvolve nos indivíduos a socialização e o autocontrole e dá início a reflexões que substituirão, posteriormente, as condutas impulsivas, a crença imediata e o egocentrismo intelectual, cujas ausências são importantes para o desenvolvimento da inteligência e da afetividade. No primeiro caso, dando início às construções lógicas que permitem a coordenação entre pontos de vistas diferentes; em relação à afetividade, desenvolvendo a cooperação, a autonomia pessoal, o respeito mútuo e o sentimento de justiça e de honestidade.

Vigotski (2007) afirma que esse tipo de jogo contribui para o surgimento de uma zona de desenvolvimento proximal¹ nos indivíduos: um “espaço cognitivo” onde as pessoas são capazes de resolver problemas individualmente ou por meio de interações com indivíduos mais “capazes”. Tal criação é possibilitada porque, segundo esse autor, no jogo ou na brincadeira, as pessoas sempre se comportam além do que habitualmente o são, criando situações

1 De acordo com o autor, “É a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes” (VIGOTSKI, 2007 p.97).

imaginárias e desenvolvendo o pensamento abstrato. Nesse sentido, o jogo de regras preenche as necessidades de satisfação imediatas das crianças, inaugura nelas um processo psicológico de consciência, libertando-as de comportamentos essencialmente limitados pela percepção do ambiente e dos objetos, e estimula a criança a agir na esfera cognitiva, a partir das ideias, e não, das coisas, o que contribui para a construção de abstrações, de hipóteses e de conceitos, aspectos sobremaneira importantes para a aprendizagem matemática.

De acordo com Vigotski (2007), a imaginação é parte constituinte do jogo. Huzinga (2000, p.14) também comunga desse pensamento e refere que

a criança representa alguma coisa diferente, ou mais bela, ou mais nobre, ou mais perigosa do que habitualmente é. Finge ser um príncipe, um papai, uma bruxa malvada ou um tigre. A criança fica literalmente “transportada” de prazer, superando-se a si mesma a tal ponto que quase chega a acreditar que realmente é essa ou aquela coisa, sem, contudo, perder inteiramente o sentido da “realidade habitual”. Mais do que uma realidade falsa, sua representação é a realização de uma aparência: é “imaginação”, no sentido original do termo.

Ressalte-se, entretanto, que, enquanto Vigotski (2007) afirma que esse processo contribui para a criação de uma zona de desenvolvimento proximal nos indivíduos, Huizinga (2000) disserta que essa manipulação de imagens, exclusiva dos humanos, ultrapassa os processos biológicos e psicológicos, o que permite associá-lo a aspectos espirituais e sociais, preservá-lo na memória e transmiti-lo para as gerações futuras na forma de tradição. Desse modo, o jogo ajuda os grupos sociais a evoluírem, é um fenômeno cultural, incorporado à cultura e a antecede, uma vez que, para esse autor, os animais também jogam.

No que concerne à relação entre o jogo e o conhecimento, Huizinga (2000) afirma que a cultura surge sob a forma de jogo. A partir de então, o lúdico vai sendo absorvido pela esfera do sagrado, e o que sobra se transforma no saber, e jogo acaba ficando oculto nos conhecimentos culturalmente constituídos: na linguagem, através dos jogos de palavras (metáforas); nos mitos, por meio da imaginação do mundo exterior; nos cultos, em seus ritos sagrados, sacrifícios, consagrações e mistérios; no teatro, nas representações e nos espetáculos; na dança e na música; nos torneios; no direito e em competições judiciais, dentre outras manifestações humanas.

Essas atividades são lúdicas porque, segundo Huizinga (2000), apresentam todas as características existentes no jogo, a partir das quais ele o define: são atividades voluntárias, limitadas de tempo e de espaço, com regras livremente consentidas, mas, ao mesmo tempo, obrigatórias e com um fim em si próprio; são permeadas de tensão, alegria e de uma consciência dos envolvidos de que é apenas um intervalo na vida quotidiana. Nessa perspectiva, pode-se dizer que quase todas as manifestações humanas ou são jogos ou são permeadas de aspectos lúdicos.

Pensamento afim encontra-se em Caillois (1990), que afirma que as sensações, as emoções, os gestos e as operações mentais podem originar jogos. Em termos educativos, assevera que, de uma forma geral, o jogo surge como educação do corpo, do caráter e da inteligência, e

as faculdades que ele desenvolve beneficiam certamente desse treino suplementar, que além do mais é livre, intenso, criativo e protegido. *Persiste o fato de as aptidões por ele requeridas serem as mesmas que servem para o estudo (grifo nosso) e para as atividades sérias do adulto (CAILLOIS, 1990, p. 193-194).*

As aptidões citadas são a capacidade de se adaptar a situações novas, de fixação da atenção e de se interessar por um assunto,

entretanto, considera que os jogos reforçam e estimulam qualquer capacidade física ou intelectual, além de contribuírem para a formação moral e social e para o autocontrole dos indivíduos. Porém, Caillois (1990) acrescenta que o jogo, como uma atividade que tem um fim em si mesmo, não exerce a função específica de desenvolvimento de nenhuma dessas capacidades, o que, a nosso ver, enseja ao educador a tarefa de lhes impor regras permeadas de fins educativos e didático-pedagógicos, se o desejo for de desenvolvê-las em sala de aula. Concordando com Caillois (1990), D'Ambrósio (1998) também afirma que os jogos permitem o desenvolvimento da habilidade de lidar com situações novas e ajudam os alunos a raciocinarem com mais clareza. A Teoria dos Jogos, segundo esse autor, pode dar importantes contribuições para se resolverem situações de conflitos e se tomarem decisões.

Naturalmente, essas potencialidades dos jogos não seriam protagonistas nas práticas docentes, predominantemente técnicas, livrescas, formais e centradas no professor ou na otimização de resultados, até os anos de 1970 (FIORENTINI, 1995). Entretanto, a partir da década de 1980, esse cenário começou a mudar significativamente, e a consolidação do campo de pesquisa da Educação Matemática foi um dos fatores determinantes para tal mudança.

Esse novo campo de pesquisa, que engatilhou no final do Século XIX e início do Século XX, passou a contestar o conhecimento matemático como condição necessária e suficiente para o ensino dessa disciplina, procurando direcionar os debates dos congressos de matemática para o “como ensinar”. Nesse período, ainda sem ter uma noção exata do papel que deveria exercer, a Educação Matemática se apropriou de pesquisas de outras áreas do conhecimento (CURY, 2009), muitas das quais já considerando o jogo como um recurso potencialmente capaz de desenvolver cognitivamente as pessoas. Nesse sentido, a Psicologia, como um

dos seus embriões (KILPATRICK, 1996), foi uma das ciências que mais influenciaram os novos rumos que tomaria a partir da década de 1970, sobretudo por meio de orientações que apontavam para a importância de práticas de ensino construtivistas e do significado dos conteúdos matemáticos.

Antes, entretanto, coube ao Movimento da Matemática Moderna reagir ao modelo de ensino sem significado e descontextualizado com o desenvolvimento tecnológico ocorrido em meados do Século XX. Para tanto, defendeu uma matemática para matemáticos, de linguagem simbólica, cujo conteúdo-base era a Teoria dos Conjuntos, o que, de certa forma, acabou por determinar seu fracasso. Entretanto, o movimento de modernização da Matemática fez surgir muitos grupos de pesquisa, em todo o mundo, e isso contribuiu, de forma evidente, para consolidar a Educação Matemática, como um campo profissional e científico (KILPATRICK, 1996), a partir dos anos de 1970.

Apesar dessa contribuição, o recém-criado campo de pesquisa não seguiu os ideais do movimento de modernização, ao contrário, mudou qualitativamente seu paradigma e passou a discutir sobre outras temáticas, além das ligadas a conteúdos programáticos e curriculares (D'AMBRÓSIO, 1998). Nesse contexto, na década de 1980, as discussões de natureza social e política se consolidaram nos debates sobre o ensino da Matemática, e a Etnomatemática se afirmou colocando em discussão a influência do contexto sociocultural na aprendizagem. Nesse período, as propostas curriculares passaram a incorporar também orientações para o uso das tecnologias, de práticas pedagógicas construtivistas, ao mesmo tempo em que mudaram o foco da matemática escolar para a resolução de problemas (NCTM, 1980).

Nessa nova Educação Matemática, o uso dos jogos ficou fortalecido (SANT'ANNA; NASCIMENTO, 2011), e as pesquisas nessa área os exploraram cada vez mais, aliado às suas potencialidades de desenvolver cognitivamente os indivíduos como objetos

carregados de signos e significados socioculturais, como instrumentos de mediação pedagógica construtivista e como espaços férteis para propor, resolver e explorar problemas matemáticos, o que influenciou, significativamente, as propostas curriculares do final do século passado, bem como as práticas docentes, e os transformou em uma das novas tendências temáticas e metodológicas para pesquisa (FIORENTINI; LORENZATO, 2012) e para o ensino da Matemática (MENDES, 2008).

Em termos curriculares, no Brasil, um marco foi a publicação dos Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática para o Ensino Fundamental (BRASIL, 1998). Nele, os jogos são objetos socioculturais em que a Matemática está presente, são atividades naturais que desenvolvem os processos psicológicos básicos, além de recursos que podem fornecer contextos de problemas e as estratégias de resolução. Nesse sentido, esse documento disserta:

Os jogos constituem uma forma interessante de propor problemas, pois permitem que esses sejam apresentados de modo atrativo e favorecem a criatividade na elaboração de estratégias de resolução e busca de soluções. Propiciam a simulação de situações-problema que exigem soluções vivas e imediatas, o que estimula o planejamento das ações; possibilitam a construção de uma atitude positiva perante os erros, uma vez que as situações sucedem-se rapidamente e podem ser corrigidas de forma natural, no decorrer da ação, sem deixar marcas negativas (BRASIL, 1998, p.46).

Esse documento afirma, ainda, que, por meio dos jogos, podem-se analisar e avaliar os alunos quanto à compreensão, à facilidade e à capacidade de descrever e de fazer estratégias, o que lhe atribui uma perspectiva de instrumento avaliativo. Outros documentos

curriculares brasileiros ratificam muitas dessas potencialidades, entretanto, chama à atenção o caso da nova referência curricular, ainda em construção, intitulada de Base Nacional Curricular Comum (BNCC), por tecer várias orientações para o uso de jogos eletrônicos.

Naturalmente, por ser a sociedade atual a que substituiu os aparatos eletromecânicos por outros digitais (PERTANELLA, 2009), o uso dos games na educação parece ser uma necessidade de adequar o lúdico à linguagem digital da contemporaneidade. Além desse aspecto, eles têm sido respaldados por diversos intelectuais por manterem muitas das potencialidades dos jogos analógicos, agregando funções outras que os constituem como instrumentos de mediação ou em fontes de conteúdo e de informações.

Nesse sentido, Moita (2006) afirma que os games representam um currículo cultural juvenil; Gee (2010), que eles funcionam da mesma forma que a mente humana nos processos de compreensão, cujos princípios de aprendizagem podem e devem ser transferidos para a escola. Johnson (2005) acrescenta que seu uso determina a ocorrência de uma aprendizagem colateral, muitas vezes mais importante do que o próprio conteúdo explorado. Alves (2012) afirma que os games possibilitam o desenvolvimento do raciocínio lógico, da criatividade, da atenção e da capacidade de solução de problemas, proporcionando uma aprendizagem dinâmica, que orienta as práticas docentes para a perspectiva construtivista.

Aliados a todas essas potencialidades, os jogos também são compreendidos como instrumentos que podem despertar a motivação e o engajamento nos processos educacionais. Para tais fins, pesquisas recentes indicam que não é necessário usar o jogo propriamente dito, pois só a utilização de sua mecânica e dinâmica em contextos diversos é suficiente. Nesses processos, denominados de *gamificação*, elementos dos jogos como pontos, premiações, regras e *feedback* têm sido explorados nos ambientes educacionais

para o desenvolvimento de tais atitudes e para facilitar a aprendizagem (BUSSARELLO; ULBRICHT; FADEL, 2014).

Considerando o que foi discutido até aqui, sejam analógicos ou digitais, os jogos podem ser explorados pelas seguintes perspectivas:

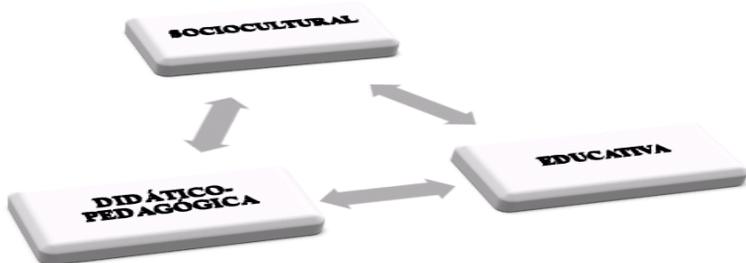


Figura 1 - Perspectivas do uso de jogos em Educação Matemática

Fonte: Interpretação do autor a partir da literatura explorada neste capítulo.

A perspectiva didático-pedagógica engloba o uso de jogos diretamente relacionados à introdução, à exploração e à aplicação de conteúdos matemáticos. Assim sendo, ganham esse status quando são utilizados, dentre outros fins, para construir e consolidar os conceitos matemáticos nos alunos. A perspectiva educativa é mais ampla, porquanto, além do uso didático-pedagógico acima citado, abrange o uso dos jogos para desenvolver aspectos como sociabilidade, autocontrole, cooperação, autonomia, honestidade, interesse, motivação e atitudes positivas perante os erros.

A perspectiva sociocultural, a nosso ver, está relacionada à utilização do jogo como um instrumento que reforça as bases culturais do conhecimento matemático ou como um objeto socio-cultural em que a Matemática está presente, com muitos signos e significados relacionados a determinadas sociedades e à construção e à evolução do próprio conhecimento matemático.

Frisamos que essas três perspectivas estão entranhadas entre si de tal modo que é praticamente impossível dissociá-las uma da outra por completo. Assim, o que nos permite distingui-las, ao que nos parece, é que, a partir da relação entre os objetivos e a prática em que se utilizam os jogos, é perfeitamente possível que uma predomine sobre as outras. Entretanto, tal fato, de modo algum, isenta o docente de utilizar o jogo com certa intencionalidade, nem permite a prática docente ser por completa relegada ao acaso ou à espontaneidade. A eficácia de seu uso exige, portanto, planejamento, objetivos e avaliação adequados.

No nosso caso, utilizamos o jogo “A Raposa e as Galinhas” para construir conceitos matemáticos relacionados à adição de números decimais e para despertar motivação, engajamento, socialização, afetividade e condutas éticas e colaborativas. Nesse contexto, as perspectivas que aqui predominam são a educativa e a didático-pedagógica. Entretanto, a dimensão sociocultural está presente, principalmente, devido à representatividade que os personagens que utilizamos e os presentes no jogo original têm, respectivamente, para os alunos pesquisados e para as comunidades indígenas, conforme pode ser visto na seção seguinte.

O Jogo “A Raposa e as Galinhas”: Reinventando o Ensinar de Operações Matemáticas

Apoiados nas palavras de Barthes (1977, *apud* PERROTI, 2005), procuramos uma metodologia menos repetitiva e monótona e ao mesmo tempo mais criativa e geradora de motivação pelo aprender matemático. Algo que reunisse a criação, o inesperado, mas também um saber diferente e um saber impresso pela individualidade e heterogeneidade que compõem a nossa sala de aula, inovando o modo de ensinar das operações matemáticas, conteúdo que perpassa quase todo o currículo escolar.

Dessa forma, buscamos como recurso “A Raposa e as Galinhas”, um jogo que adaptamos a partir do “Jogo da Onça”, denominado de adugo em algumas localidades e praticado nas comunidades indígenas Bororo (MT) e Manchineri (AC), (LIMA; BARRETO, 2005). Mantém, portanto, uma estreita relação sociocultural com as comunidades indígenas brasileiras. Apesar de tal identidade, segundo Lima e Barreto (2005), jogos parecidos com esse existem em outras partes do mundo e são um dos elementos comuns à distribuição dos personagens entre uma peça solitária e outras mais numerosas, representando, respectivamente, um animal ou um homem poderoso, que buscam capturar outros mais numerosos, entretanto, mais frágeis ou indefesos.

Nas comunidades indígenas brasileiras, os personagens são uma onça e quatorze cachorros, que devem ser dispostos em um tabuleiro, conforme a figura abaixo:

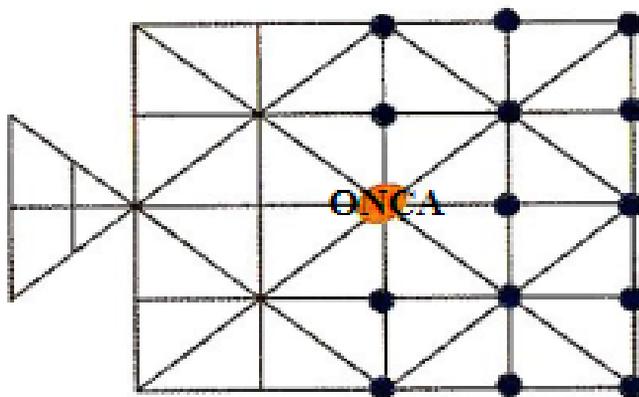


Figura 2 - Tabuleiro do “Jogo da Onça”

Fonte: Adaptado de Lima e Barreto (2005, s/p.).

Para jogá-lo, depois de organizar as peças, conforme a disposição acima, em que a onça ocupa o lugar central do tabuleiro, devem-se seguir as seguintes regras:

Quadro 1: Mecânica e regras do “Jogo da Onça”

Mecânica	Regras
NÚMERO DE JOGADORES	Dois. Um fica com a onça, e o outro, com os 14 cachorros.
OBJETIVOS	O jogador que estiver com a onça deve capturar cinco cachorros, e o que estiver com os cachorros deve encurralar a onça, deixando-a sem possibilidade de se mover em qualquer região do tabuleiro. Observação: o jogador que está com os cachorros não pode capturar a onça.
MOVIMENTAÇÃO	O jogador que está com a onça inicia a partida, movendo sua peça para qualquer casa adjacente que esteja vazia. Em seguida, o que está com os cachorros deve mover qualquer uma de suas peças também para uma casa adjacente que esteja vazia. As peças podem ser movidas em qualquer direção. A onça captura um cachorro quando salta sobre ele para uma casa vazia (como no jogo de damas). A captura pode acontecer em qualquer sentido. O jogador pode fazer mais de uma captura, se for possível (também como no jogo de damas). Os jogadores alternam as jogadas até que um dos dois <u>vença a partida</u> .
VENCEDOR	O jogador que está com a onça, quando consegue capturar cinco cachorros. O jogador que está com os cachorros, quando consegue imobilizar a onça.

Fonte: Lima e Barreto (2005, s/p.).

Em nossa adaptação, utilizamos personagens presentes no cotidiano dos alunos pesquisados: a raposa substituiu o personagem

“onça”, e as galinhas, o personagem “cachorros”. A partir de então, julgamos pertinente chamá-lo de “A Raposa e as Galinhas”.

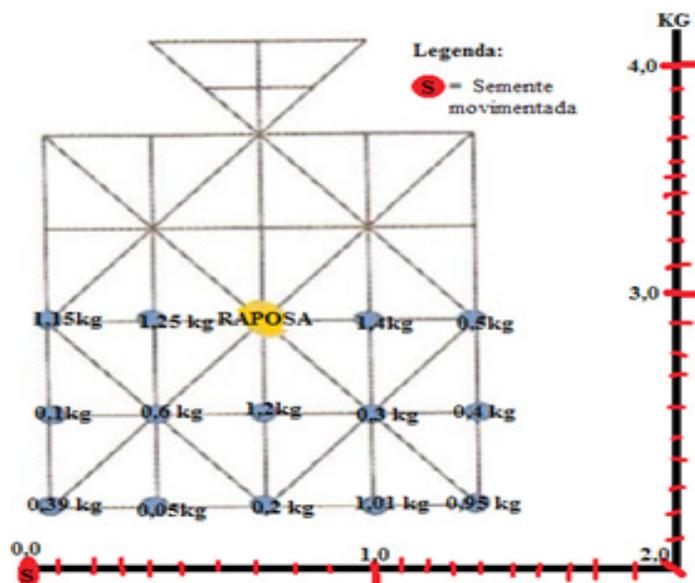


Figura 3 - Jogo “A Raposa e as Galinhas”

Fonte: Adaptado de Lima e Barreto (2005, s/p).

Conforme pode ser visto, atribuímos os valores numéricos 1,15; 1,25; 1,4; 0,5; 0,4; 0,3; 1,2; 0,6; 0,1; 0,39; 0,05; 0,2; 1,01 e 0,85, para representar as massas (kg) dos personagens “galinhas” e acrescentamos duas retas numéricas no tabuleiro, em que os alunos deveriam deslocar uma peça sobre elas, de acordo com a soma das capturas das peças “galinhas”. A peça que utilizamos foi uma semente de uma árvore, plantada em frente à escola da turma pesquisada, que deveria se localizar, no início do jogo, sobre o ponto “0,0” da reta numérica.

Os objetivos, em relação ao jogo original, foram ligeiramente alterados: o do jogador “raposa” passou a ser capturar certa

quantidade de quilogramas de carne com, no máximo, cinco galinhas, o que o leva a efetuar a adição dos números decimais, representativos das massas das peças capturadas e a movimentar a semente de acordo com as somas obtidas, e o objetivo do jogador “galinhas” permaneceu inalterado, em relação aos cachorros do jogo original.

De maneira semelhante, as regras originais (ver Figura 1) foram alteradas. Em “A Raposa e as Galinhas”, acrescentamos as seguintes orientações:

- a) O jogo será disputado em uma melhor de duas partidas, com os personagens invertidos;
- b) O objetivo da raposa é de capturar quatro quilogramas de carne com, no máximo, cinco peças “galinhas”; o objetivo dessas peças é de encurralar a raposa em qualquer lugar do tabuleiro;
- c) A cada captura, os jogadores “raposa” deverão movimentar a semente sobre a reta, de modo que sua localização represente o resultado numérico da soma das capturas efetuadas;
- d) Independentemente de se conseguir capturar as cinco peças “galinhas” ou os quatro quilogramas de carne, os jogadores “raposa” devem fazer os somatórios da quantidade de carne conseguida com as capturas;
- e) O vencedor será aquele que, quando jogando com a peça “raposa”, obtiver a maior soma de quilogramas de carne com as capturas das peças galinhas.

Feitas essas modificações no “Jogo da Onça”, introduzimos em sala de aula para aplicar o jogo “A Raposa e as Galinhas”. Na seção seguinte, descrevemos a forma como o fizemos, bem como a perspectiva da intervenção.

Metodologia

Trata-se de uma pesquisa qualitativa, de natureza exploratória e descritiva, que segue os pressupostos da pesquisa participante. Os dados foram obtidos por meio da observação direta em uma turma do oitavo ano regular, constituída de nove alunos, em uma escola pública paraibana, durante a utilização do jogo “A Raposa e as Galinhas”. Os eventos mais importantes foram registrados em notas de campo.

Para utilizar o jogo, foram necessárias três aulas de 45 minutos. Na primeira, exploramos um problema para contextualizar o jogo com uma situação real. Em síntese, o problema pedia que, supondo que uma raposa precisa de 0,5 kg de alimentos por dia, os alunos capturassem, no jogo, a quantidade necessária de alimentos para oito dias com, no máximo, cinco peças “galinhas”. Logo em seguida, entregamos tabuleiros, de dimensões aproximadas de 50 cm por 50 cm, conforme o modelo da Figura 1, em material de madeira compensada reciclada. As peças “raposa” e “galinhas” foram representadas por tampas de garrafas *pet*.

Depois de entregar os tabuleiros, acrescentamos que o jogo seguia a mesma mecânica da versão original (ver Figura 1), entretanto, expusemos novas orientações para esse jogo. De maneira geral, esses procedimentos duraram um tempo aproximado de uma aula. As outras duas foram utilizadas para a ação do jogar, quando o pesquisador, a partir das inquietações dos alunos em relação aos problemas apresentados pelo jogo, interveio para explorar alguns conceitos matemáticos relacionados à adição de números decimais.

Por fim, ressaltamos que, neste artigo, a identificação dos alunos é feita por meio de um código, que faz referência à ordem em que nos apresentamos no primeiro encontro. Dessa forma, A01 foi o primeiro aluno, do total dos nove que constituíam a turma em que o jogo foi utilizado, com o qual o pesquisador se apresentou.

Descrição e Análises das Interações em Sala de Aula

Durante a ação de jogar, surgiram várias interações que nos fizeram perceber que os alunos se motivaram e se engajaram no jogo. Este diálogo, registrado em nossas notas de campo, ilustra bem essa afirmação:

A01: Eu vou comer todas as suas galinhas, não vai sobra uma;

A02: Vai uma “ova”. Eu já vou te trancar. Tu “vai” ver!

Pesquisador: Pessoal. Faltam cinco minutos para tocar a aula. Então, é melhor a gente ir guardando o material.

A02: Mas, ainda tem outra aula professor.

Pesquisador: Tem não. Essa é a última que vocês tinham, de matemática.

Alguns alunos da turma: Acredito não! (Olhando para o relógio no celular).

A01: Não acredito que já se “passou” três aulas não!

A02: Se fosse estudando, demorava o século da “pirua”. (O restante da turma pareceu concordar).

Essa interação demonstra que, de maneira geral, os alunos se engajaram no jogo a ponto de alguns deles perderem a noção do tempo que se passara. Tal sensação é típica de quando estamos fazendo uma atividade prazerosa e nos interessamos por razões intrínsecas à própria atividade (BUSSARELLO; ULBRICHT; FADEL, 2014).

Contribui para esse engajamento, a nosso ver, o fato de o jogo ser uma atividade que tem um fim em si mesmo, de ser livre e de representar um intervalo na vida cotidiana, no qual as pessoas se submetem a ele por vontade própria (HUIZINGA, 2000). Essa característica do jogo ficou evidente, quando o toque da aula interrompeu aquele momento de prazer, tensão e alegria, em que, tal como disserta Caillois (1990), os alunos, de um modo geral, fixam a atenção e se interessam por seus conteúdos. Tal interesse

também pode estar relacionado à necessidade de os alunos adicionarem os valores das capturas para saber sua pontuação. Com isso, o pesquisador, partindo de suas inquietações, conseguiu mediar o processo para explorar alguns conceitos matemáticos importantes para a aprendizagem da adição de números decimais.

Nesse sentido, apresentamos, abaixo, o esquema de uma situação explorada pelo pesquisador, representativa de muitas outras que aconteceram, a partir dos problemas que o jogo apresentou ao aluno A06, no cálculo e na representação da soma das galinhas capturadas de massas 0,2 kg; 1,1 kg; 1,01 kg e 0,95 kg.

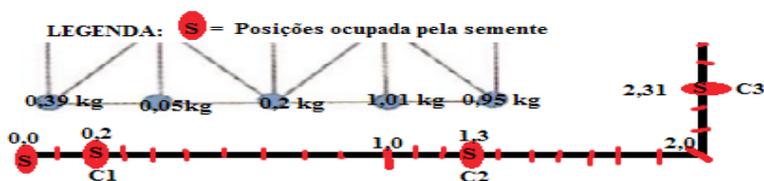


Figura 4: Movimentação da semente de acordo com as três primeiras capturas de A06

Fonte: Adaptado de Lima e Barreto (2005, s/p).

Para dirimir as dúvidas do aluno A06, primeiro, demos significado ao conceito de décimo e de unidade. No segundo caso, utilizamos a distância, na reta numérica do tabuleiro, entre os números 0,0 e 1,0. Dessa forma, convencionamos que qualquer espaço de igual tamanho seria uma unidade, uma vez que é intuitivo associar o conceito de unidade ao número “um”.

Como todas as unidades estavam divididas em dez espaços pequenos, introduzimos o conceito de décimo como sendo a décima parte de uma medida convencionada como unidade e associamos a essa medida o primeiro número à esquerda da vírgula e, aos décimos, o primeiro número à direita da vírgula. Com essas ideias, justificamos a soma das duas primeiras capturas (C1

e C2) e sua representação na reta numérica e afirmamos que, ao capturar a galinha de 0,2 kg, o algarismo “dois”, representativo dos décimos, indicava uma movimentação da semente até o segundo espaço pequeno à direita do ponto 0,0. Com a segunda captura (C2), uma galinha de 1,1kg, ao fazer a adição e buscar a nova localização da semente, o resultado 1,3 kg significava um movimento na reta correspondente a um espaço grande, mais três partes pequenas, ou simplesmente de uma unidade mais três décimos, ainda podendo ser compreendida como um espaço de treze décimos.

No caso da terceira captura (C3), em que A06 havia capturado uma galinha de 1,01, a dúvida surgiu por causa da presença do algarismo dos centésimos. Nesse cenário, o pesquisador percebeu a necessidade de introduzir o conceito de centésimos, instigando os alunos a, hipoteticamente, dividirem cada décimo em outras dez partes, para que percebessem que as unidades ficariam divididas em cem espaços ainda menores. Com esse procedimento abstrato, ele introduziu o conceito de centésimo como sendo a centésima parte de uma medida convencionalizada como unidade.

A partir das ideias de unidade, décimos e centésimos, instigamos os alunos a perceberem que cada ordem era formada por agrupamentos de dez ordens imediatamente inferiores, e por dedução, introduzimos o conceito de milésimo como sendo a milésima parte da unidade, além de mostrar a essência do sistema de numeração decimal, cuja base são os agrupamentos de dez. Assim, demonstramos que, no número “1,3”, o três, que representava três décimos, ocupava um espaço nas retas numéricas do tabuleiro idêntico a trinta centésimos, justificando o porquê de se acrescentar o zero à sua direita, quando da efetuação da soma “1,3+ 1,01” na forma “1,30+1,01”.

Nesse momento, alertamos para os problemas que podem ser gerados quando se somam algarismos de ordens diferentes.

Tal afirmação foi esclarecida por meio da demonstração de que, naquele contexto, se somássemos a unidade do número “1,3” com os centésimos de “1,01”, por exemplo, na prática, estaríamos adicionando espaços das retas numéricas de tamanhos diferentes como se fossem iguais, uma vez que as unidades, os décimos e os centésimos representavam, respectivamente, a maior medida, a medida intermediária e a menor medida, hipoteticamente construída na situação explorada.

Dessa forma, justificamos a importância de se colocar vírgula abaixo de vírgula nos algoritmos da adição com números decimais. Entretanto, outra inquietação surgiu no aluno A06: como a soma de “1,3+1,01” é “2,31”, onde deveria ficar localizada a semente, de modo a representar tal resultado, uma vez que as retas do tabuleiro só estavam divididas, fisicamente, em espaços correspondentes aos décimos?

Nesse momento, recorreremos às ideias de estimativa e de aproximação, com a justificativa de que 2,31 se localiza entre 2,30 e 2,40. Como já havíamos explorado a relação existente entre décimos e centésimos, não foi difícil inferir que 2,31 fica entre 2,3 e 2,4, entretanto, mais próximo de 2,3. Depois de compreender esse processo, a maioria dos alunos conseguiu compreender também o resultado e a localização da semente depois da quarta captura (C4).

Convém enfatizar que, apesar de termos trabalhado vários conceitos matemáticos, o jogo não representou um momento de estudo para alguns alunos. Essa ideia é cristalina na fala do aluno A02, no diálogo acima, que foi aprovada por grande parte da turma. Tal fato pode estar relacionado ao tipo de ensino ao qual eles estão sendo submetidos: predominantemente tradicional, conforme constatamos antes e durante nossa inserção na turma.

Esse modelo de ensino, ainda presente no cotidiano escolar, herda metodologias típicas do ensino técnico, formal e livresco, em que o professor é o transmissor do conhecimento, e os alunos meros receptores de informações, e, geralmente, não se abre

espaço para o uso de jogos no processo de ensino (FIORENTINI, 1995). Entretanto, não agimos assim. Não procuramos somente transmitir os conceitos matemáticos que o jogo proporcionou explorar, mas também construí-los com a participação da maioria dos alunos que, muitas vezes, ajudaram seus colegas com mais dificuldades, ora assumindo-se como “raposas”, ora como “galinhas”, mas, independentemente dessa assunção, não deixaram de contribuir com os seus colegas. Nessa perspectiva, o pesquisador foi um mediador, sempre atuando a partir das inquietações dos alunos diante dos problemas do jogo.

Tais problemas se apresentaram em um nível em que os alunos conseguiram resolvê-los individual ou coletivamente, com a ajuda dos seus colegas de classe e/ou do pesquisador. Nessa perspectiva, podemos dizer que o jogo e suas operações situaram-se dentro da zona de desenvolvimento proximal dos alunos (VIGOTSKI, 2007), de maneira que, a partir das interações originadas na resolução dos problemas no ato de jogar, eles abstraíram alguns conceitos matemáticos relacionados à adição de números decimais. Portanto, podemos dizer que o jogo contribuiu também para a socialização e o desenvolvimento de atitudes de solidariedade nos alunos, aspectos sobremaneira importantes para o desenvolvimento da afetividade e da inteligência (PIAGET, 1999).

Destacamos também que, nesse processo, os erros não foram obstáculos para aprendizagem, mas o ponto de partida para sua ocorrência, porquanto os alunos não se intimidaram em perguntar e discutir sobre seus resultados ou suas dúvidas, o que nos permite inferir, tal como dissertam os Parâmetros Curriculares de Matemática para o Ensino Fundamental (BRASIL, 1998) para os jogos em geral, que os alunos assumiram uma atitude positiva perante os erros jogando “A Raposa e as Galinhas”. Portanto, esse jogo se revelou com um cenário rico para a proposição, a exploração e a resolução de problemas matemáticos relacionados à adição de números decimais.

É importante ressaltar, ainda, que, apesar das colaborações mútuas, os alunos não deixaram de compreender que, quando raposa, eles tinham uma estratégia diferente de quando assumiam o personagem das galinhas. Naturalmente, esse processo exige imaginação e criatividade, o que acarreta em uma manipulação de imagens no ato de jogar (HUIZINGA, 2000). Assim, o jogo permitiu ações cognitivas que, a nosso ver, favoreceram a elaboração de hipóteses e de abstrações (VIGOTSKI, 2007). Nesse sentido, os quilogramas de carne estavam sendo representados por espaços nas retas numéricas. Isso significa que os alunos manipularam essas imagens, e os que compreenderam o significado das ordens, associadas à reta numérica, tiveram que abstrair tais conceitos naquele contexto.

Assim, podemos afirmar que o jogo “A Raposa e as Galinhas” contribuiu, de forma educativa e didático-pedagógica, para o ensino da adição de números decimais. Na seção seguinte, detalhamos tais contribuições.

Conclusão

O processo de intervenção do pesquisador, as análises que foram realizadas a partir da observação participante e dos registros das notas de campo nos permitem tecer algumas conclusões sobre as contribuições do jogo “A Raposa e as Galinhas” para o ensino de adição de números decimais, a saber:

- a) Despertou a motivação e o engajamento dos alunos nos cálculos, porque sua pontuação dependia da soma das capturas das peças “galinhas”;
- b) Estimulou atitudes de cooperação, de ética e de socialização dos alunos, por meio das interações surgidas no ato de jogar, em que se ajudaram mutuamente para superar as dificuldades que o jogo proporcionou;

- c) Foi um suporte concreto, a partir do qual os alunos abstraíram alguns conceitos matemáticos, como de unidade, décimos, centésimos, milésimos e a própria essência do sistema de numeração decimal, necessários para dar significado à adição de números decimais;
- d) Foi um instrumento de avaliação, a partir do qual o pesquisador constatou as principais dificuldades dos alunos;
- e) Permitiu explorar as ideias de estimativa, aproximações, arredondamentos e a representação de números decimais na reta numérica;
- f) Representou um cenário propício para a proposição, a exploração e a resolução de problemas relacionados à adição de números decimais.

Nessa perspectiva, os resultados da investigação apontam para alguns elementos importantes para além dos mencionados acima, tais como: que o uso do jogo em sala de aula, quando utilizado em atividades bem planejadas, cria uma predisposição para aprender, pois proporciona situações de desafio, de interação, colaboração e cooperação. O jogo enquanto atividade lúdica é educativo, pois, neste caso específico da nossa investigação, ele promoveu a construção/consolidação de conceitos matemáticos relacionados ao conteúdo explorado.

Assim, oferece condições de observação, de escolha, de emissão de opiniões individuais e em grupo, ambiente de criação e recriação, possibilidades de julgamento e de autonomia, indicando que, quando bem utilizado, pode ir além de um instrumento de mediação pedagógica e contribuir para a superação das dificuldades de se ensinar a adição de números decimais, uma operação matemática em que os alunos apresentam muitas dificuldades de aprendizagem, sobretudo quando expostos a um ensino predominantemente tradicional.

Referências

ALVES, L. Videogames e aprendizagem: mapeando percursos. In: **Aprender na era digital**. Santo Tirso: De Facto Editores, 2012. p.11-28.

BRASIL. MEC. Consulta Pública. **Base Nacional Comum Curricular**. 2 v. Brasília, 2016, p.652. Disponível em: www.basena-cionalcomum.mec.gov.br/documentos/BNCCpdf. Acessado em: 15 Jun. 2016.

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática** / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC /SEF, 1998.

BUSSARELLO, R. I.; FADEL, L. M.; ULBRICHT, V. R. A gamificação e a sistemática de jogo: conceitos sobre a gamificação como recurso motivacional: **Gamificação na educação**. São Paulo: Pimenta Cultural, 2014. p.11-37.

BARTHES, Roland. **Aula**. São Paulo: Cultrix, 1977.

CAILLOIS, R. **Os jogos e os Homens**: da máscara à vertigem. Tradução de José Garcez Palha. Lisboa: Edições Cotovia, 1990.

CURY, H. N. Recontando uma história: o formalismo e o ensino de Matemática no Brasil. **Boletim GEPEN**, n.55, p157-171, ago. 2009.

D'AMBROSIO, U. **Etnomatemática**: a arte ou técnica de explicar e conhecer. 5ª ed. São Paulo - SP: Editora Ática, 1998.

FIORENTINI, D. Alguns modos de ver e conceber o ensino da Matemática no Brasil. **Zetetiké**, v.3, n. 4, p.1-37, nov. 1995.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos**. 3. ed. ver. Campinas- SP: Autores Associados, 2012.

FIORENTINI, D.; MIORIM, M. A. Uma reflexão sobre o uso de materiais concretos e jogos no Ensino da Matemática. **Boletim da SBEM**. SBM: São Paulo, ano 4, n. 7, 1990.

GEE, J. P.; **Bons videogames + boas aprendizagens**: Colectânea de ensaios sobre os videogames, a aprendizagem e a literacia. Traduzido por Maria Lemos Teixeira. Mangualde: Edições Pedagogo Ltda., 2010.

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

HUIZINGA, J. **Homo ludens**: o jogo como elemento da cultura. 4ª ed. Traduzido por João Paulo Monteiro. São Paulo: Perspectiva, 2000.

JOHNSON, S. **Surpreendente!**: a televisão e o videogame nos tornam mais inteligentes. Rio de Janeiro: Campus, 2005.

KILPATRICK, J. Fincando estacas: uma tentativa de demarcar a EM como campo profissional e científico. **Zetetiké**, Campinas: CEMPEM- FE-UNICAMP, v.4,n.5, p.99-120, jan. – jun. 1996.

KISHIMOTO, T. O jogo e a educação infantil. **Pro-posições**, v. 6, n. 2, p. 46-63, 1995.

LIMA, M; BARRETO, A. **O jogo da onça e outras brincadeiras indígenas**. São Paulo: Editora Panda Books, 2005.

MENDES, I. A. **Tendências metodológicas no ensino de matemática**. Belém: Ed. UFPA, 2008.

NCTM (1980). **An agenda for action: recommendations for school mathematics of the 1980s**. Reston: NCTM.

NICOLAU, M. **Ludosofia: a sabedoria dos jogos**. João Pessoa: Livro Digital, 2011. Disponível em: <<http://www.scientia.ufpb.br/omp/index.php/elivre/catalog/book/58>> Acesso em: 31 de ago. 2017.

MOITA, F. M. G. da S. C. **Games: contexto cultural e curricular juvenil**. 2006. Tese (Doutorado Em Educação) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2006.

MOITA, F. M. G. da S. C. **Game On**. Jogos eletrônicos na escola e na vida da geração @. Campinas - SP: Editora Alínea, 2007.

PETARNELLA, L. **Escola analógica, cabeças digitais: o cotidiano escolar frente às tecnologias midiáticas e digitais de informação e comunicação**. Campinas, SP: Alínea, 2009.

PERROTI, E. **A palavra reinventada: seus usos na educação**. MEC. In boletim 18 setembro, 2005.

PIAGET, J. **A formação do símbolo na criança: imitação, jogo e sonho, imagem e representação**. 3ª ed. Tradução de Álvaro Cabral e Christiano Monteiro. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1964.

PIAGET, J. **Seis estudos de Psicologia**. 24^a ed. Trad. Maria Alice Magalhães D'Amorim e Paulo Sérgio Lima e Silva. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1999.

SANTANNA, A; NASCIMENTO, P. R. A história do lúdico na educação The history of playful in education. **Revemat: Revista Eletrônica de Educação Matemática**, Florianópolis, v. 6, n. 2, p. 19-36, maio 2012. ISSN 1981-1322. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/19400>>. Acesso em: 04 set. 2017. doi:<http://dx.doi.org/10.5007/1981-1322.2011v6n2p19>.

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos mentais superiores. 7. ed. brasileira. Tradução José Cipolla Neto, Luís Silveira Mena Barreto e Solange Castro Afeche. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

6



ENSINO DOS CONCEITOS DE ELETROQUÍMICA COM O AUXÍLIO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS

Ruan Michel Alves Barbosa
Gilberlândio Nunes da Silva
Francisco Ferreira Dantas Filho
Railton Barbosa de Andrade

Introdução

Nas últimas décadas, a educação brasileira vem passando por diversas mudanças, sobretudo, no processo de transmissão de conhecimento entre professor e aluno. Os avanços tecnológicos, as alterações dos documentos oficiais e a mudança comportamental dos indivíduos que compõem a esfera educacional classificam tais transformações e propõem aos educadores novos métodos de ensino-aprendizagem.

Na educação química, as mudanças ocorridas exigiram do professor metodologias inovadoras que despertem o interesse dos alunos pela disciplina e motivem-nos na busca de uma aprendizagem significativa para atender às transformações. Torna-se necessário romper as barreiras de um ensino tradicional, de

transmissão e recepção de conceitos prontos e diretos, monótonos e, sobretudo, sem analogias. É preciso incorporar ao ensino de Química uma transmissão de saberes que busque nos educandos o despertar de um pensamento crítico e reflexivo.

Nesta perspectiva, a incorporação de um ensino que busque a contextualização e a interdisciplinaridade dentre os diversos assuntos químicos, combinados com o contexto socio-cultural dos estudantes, promove o aumento do saber científico e o desempenho da cidadania de forma crítica. Na busca de uma aprendizagem significativa e na construção de um conhecimento mais sólido e menos memorístico, é fundamental a identificação dos conhecimentos prévios dos alunos para o diagnóstico de quais informações devem ser abordadas. Assim, torna-se necessário um planejamento que inclua propostas de ensino que atendam às necessidades de aprendizagem dos alunos, com base nos documentos orientadores da educação brasileira.

A incorporação de temas geradores no ensino de Química é muito importante para alcançar os objetivos de uma aprendizagem significativa, sobretudo, quando abordados para estabelecer o elo entre o cotidiano dos alunos e os conceitos científicos. Analisar os conteúdos previamente e estimular o pensamento crítico dos estudantes no decorrer das aulas são técnicas desafiadoras para os professores, porém, quando desenvolvidas com objetividade, tornam-se habituais e beneficiam todos os envolvidos no processo educacional.

Desse modo, a experimentação química no Ensino Médio surge como algo inovador, que pode motivar os estudantes a buscarem mais conhecimentos e desenvolverem seus pensamentos à cerca da ciência. Além disso, pode facilitar no processo de ensino-aprendizagem quando expressa em conjunto com os conceitos abordados no livro didático.

A experimentação pode aproximar o estudante da realidade. A utilização de instrumentos e substâncias químicas presentes no cotidiano é essencial no ensino de Química, principalmente

em escolas que não dispõem de laboratórios para o desenvolvimento de práticas experimentais. Os materiais alternativos, além de serem de baixo custo, ganham ênfase no ramo educacional, pois podem ser utilizados em sala de aula, aumentar a participação dos alunos e ajudar no entendimento teórico dos conteúdos.

O Papel da Experimentação no Ensino de Química

O ensino de Química na educação básica é caracterizado pela falta de interesse dos estudantes em relação ao estudo desta disciplina. O ensino adotado pelos professores, muitas vezes, é tradicional e não passa de uma aula discursiva, enfatizando a memorização de conceitos e fórmulas, com ênfase no uso do livro didático e quadro branco. Em decorrência, o processo educativo torna-se cada vez mais distante da realidade dos alunos (MERÇON, 2003).

Em muitos casos, o ponto de partida para a convivência com a experimentação química acontece em cursos superiores, devido às limitações do ensino em escolas de níveis fundamental e médio. É crescente o número de pesquisas que envolvem esse tipo de experimentação em universidades brasileiras, sobretudo, quando a proposta é elaborar ações inovadoras, que permitam o uso de recursos didáticos vinculados com atividades experimentais (TREVISAN; MARTINS, 2008).

Para um melhor aproveitamento na compreensão de conceitos e no intuito de favorecer o estímulo dos alunos ao estudo, a experimentação química surge para estabelecer um elo entre a teoria, o cotidiano e a prática. Essa combinação é o maior desafio do uso das aulas experimentais no ensino de Química. Neste sentido, a interpretação do mundo natural e a formação da cidadania devem estar atreladas em um ensino diversificado, interligado com a experimentação e opiniões sobre os conteúdos trabalhados (FARIAS; BOSAGLIA; ZIMMERMANN, 2009).

Bueno *et al.* (2007) estabelece que a função e a importância da experimentação no ensino demonstram três tipos de respostas por parte dos professores da educação básica:

[...] as de cunho epistemológico, que assumem que a experimentação serve para comprovar a teoria, revelando a visão tradicional de ciências; as de cunho cognitivo, que supõem que as atividades experimentais podem facilitar a compreensão do conteúdo; e as de cunho motivacional, que acreditam que as aulas práticas ajudam a despertar a curiosidade ou o interesse pelo estudo (BUENO *et al.* 2007, p.4).

Guimarães (2009) propõe a associação do ensino de Química e a experimentação para promover uma aprendizagem significativa aos estudantes. Baseados na teoria construtivista de conhecimento, as aulas experimentais devem ser utilizadas para resolverem possíveis problemas de entendimento do conteúdo, promoverem a ação dos estudantes, o trabalho em grupo e servirem de motivação na busca do saber químico e científico. A experimentação deve ser entendida também como uma ação que busca a aprendizagem e não como critério de estabelecer apenas uma nota de avaliação.

Além disso, a utilização de recursos audiovisuais, a exemplo, imagens, vídeos, músicas, ainda que incomum, pode auxiliar na experimentação, na busca de motivação, de interesse e no processo de ensino-aprendizagem. Contudo, o uso deve ser de forma adequada, relacionado com o assunto abordado e na ideia de despertar o senso crítico dos educandos (SANTOS *et al.*, 2010).

Outro setor que ganha destaque no ensino de Química é o uso de laboratórios virtuais por meio das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). A experimentação virtual pode ser um instrumento complementar de aprendizagem, já que muitas instituições de ensino da educação básica não dispõem de um laboratório físico (AMARAL *et al.*, 2011).

Além disso, a manipulação das ferramentas de programas simuladores pode ser realizada na própria escola através de demonstrações em salas de aula ou de informática e na própria residência do aluno. Contudo, ao estabelecer o laboratório virtual como recurso pedagógico nas aulas de Química, as ideias devem se basear no desenvolvimento do pensamento cognitivo dos alunos, na sua formação como indivíduo na sociedade e na relação existente entre a Química e o mundo que o cerca (AMARAL *et al.*, 2011).

A literatura científica reporta que a experimentação no ensino de Química está atrelada a dez motivos pelos quais, os professores precisam realizá-la em sala de aula no ensino médio, entre eles são destacados os seguintes: Estimular a observação acurada e o registro cuidadoso dos dados; Promover métodos de pensamento científico simples e de senso comum; Desenvolver habilidades manipulativas; Treinar em resolução de problemas; Adaptar as exigências das escolas; Esclarecer a teoria e promover a sua compreensão; Verificar fatos e princípios estudados anteriormente; Vivenciar o processo de encontrar fatos por meio da investigação, chegando a seus princípios; Motivar e manter o interesse na matéria; Tornar os fenômenos mais reais por meio da experiência (JESUS; LIMA FILHO; GURGEL, 2011).

A Experimentação no Ensino de Eletroquímica

A eletroquímica é a área da Química que engloba todos os processos em que ocorre a transferência de elétrons entre substâncias envolvidas numa reação. Vários dispositivos utilizados diariamente estão relacionados diretamente com este campo, como baterias, pilhas, brinquedos, lanternas, relógios. Entretanto, no setor educacional, muitos dos professores possuem dificuldades de relacionar os conteúdos abordados com o cotidiano dos alunos, tornando o ensino deficitário e mais distante da realidade (MOREIRA; ARAÚJO, 2015).

Conceitos sobre o descarte de materiais, como pilhas e baterias, a toxicidade, os danos causados pelos mesmos na natureza e no ser humano e o processo de corrosão de metais podem estar presentes nas discussões em sala de aula. Desenvolver o pensamento crítico dos educandos e a relação entre a eletroquímica e o cotidiano torna-se o ensino mais proveitoso (SILVA; SILVA; AQUINO, 2014).

A eletroquímica é objeto de estudo devido à complexidade de temas e pelo difícil processo de ensino-aprendizagem. As dificuldades estão em torno dos conceitos semelhantes envolvendo os assuntos, a linguagem imprecisa adotada pelos livros didáticos e o vocabulário empregado pelos professores que, em síntese, não favorecem os estudantes na compreensão dos conceitos. Diante desses pressupostos, muitos pesquisadores sugerem a adoção de diferentes metodologias de ensino sobre a eletroquímica, enfatizando o uso da experimentação e de recursos audiovisuais (SILVA; CINTRA, 2013).

A experimentação adotada por professores da educação básica, quando envolve conceitos de eletroquímica, é simplista. Entretanto, uma formação continuada com o intuito de aprimorar o sentido das aulas práticas e no desenvolvimento conceitual seria uma alternativa viável para os educadores. Assim, os conhecimentos adquiridos pelos mesmos ajudariam nas aulas, tornando-as mais proveitosas, dinâmicas e contextualizadas (LIMA, 2004). Entretanto, Silva *et al.* (2016) enfatiza que:

No ensino médio, o tema eletroquímica ainda permite algumas confusões [...] em torno da compreensão de conceitos relacionados à eletroquímica como ânodo, cátodo, elétrodos positivo e negativo, etc. Dessa forma, o que mais se observa nas experiências de professores que discutem esse tema em sala de aula são as dificuldades dos estudantes em entender os processos de fluxo de elétrons e a condução de

elétrons em sistemas eletrolíticos. A deposição de um metal sobre um eletrodo, geralmente, leva os estudantes a terem a ideia de que os opostos se atraem e não que uma reação de oxirredução possa acontecer (SILVA *et al.*, 2016, p.237).

Portanto, a experimentação em eletroquímica deve estar atrelada à eliminação das dúvidas sobre os assuntos, à observação e planejamento das atividades e à reflexão dos fenômenos observados. “É inquestionável que o aprendizado de Química é muito melhor quando, além das aulas expositivas, os alunos têm a oportunidade de praticar os conceitos apreendidos” (PITANGA, 2014, p.195).

Uso de Materiais Alternativos em Experimentos de Química no Ensino Médio

A eficiência da educação química está baseada no processo de transformações e na saída do comodismo de um ensino tradicional. A aprendizagem, para que torne efetiva, deve oferecer oportunidades aos educandos na participação da construção do saber científico, de modo construtivista, favorecendo a troca de informações entre os indivíduos inseridos no processo (LIMA FILHO *et al.*, 2011).

Apesar de ocorrer de modo superficial no ensino de Química, o desenvolvimento do próprio conhecimento aliado às teorias científicas deve ocorrer dentro do universo pessoal dos educandos, interligando a maior parte dos conceitos mencionados e desenvolvendo novos métodos e materiais didáticos de ensino (LIMA FILHO *et al.*, 2011).

Como método de afastar os obstáculos da aprendizagem dos alunos e auxiliar no processo de ensino-aprendizagem, o uso de materiais alternativos, no ensino de Química, vem se destacando principalmente no setor da experimentação. O baixo custo e a

forma de interligar a teoria e à prática tornam esses materiais atrativos para o desenvolvimento de aulas, mesmo de uma maneira simples (RIBEIRO; AZEVEDO; RODRIGUES, 2013).

Em muitas escolas de ensino básico, o laboratório de Química é inexistente, o que dificulta o acesso de estudantes a vidrarias sofisticadas, a regentes descritos nos livros didáticos e a processos laboratoriais que, por ventura, poderiam desenvolver seu pensamento crítico e reflexivo (RIBEIRO; AZEVEDO; RODRIGUES, 2013).

Em algumas oportunidades, os alunos entram em contato com um laboratório apenas no ensino superior. Entretanto, é importante para o ensino de Química o desenvolvimento de conteúdos ligados à prática experimental, mesmo que seja para a simples visualização, discussão e compreensão de fenômenos (RIBEIRO; AZEVEDO; RODRIGUES, 2013).

Para suprir essas limitações, destacam-se os materiais alternativos de experimentação como uma ferramenta importante, pois estão vinculados com o cotidiano dos estudantes. As atividades realizadas com os mesmos devem estar relacionadas com os conteúdos abordados nas aulas de Química, baseando sempre no pressuposto da ligação entre teoria e prática e nível do pensamento cognitivo dos alunos (RIBEIRO; AZEVEDO; RODRIGUES, 2013).

Castro e Araújo (2012) apontam que um dos principais problemas relacionados à qualidade de ensino de Ciências e a falta de experimentação. Este fato pode estar atrelado também aos custos para a manutenção de um espaço laboratorial, já que disciplinas como Física e Biologia também necessitam. Assim, simples materiais podem ser levados à sala de aula para um processo de experimentação, ou serem desenvolvidos em casa, com reagentes simples como, velas, esponjas de aço, detergente, sal de cozinha, açúcar e vinagre.

Todas essas substâncias podem modificar o conceito que muitos alunos possuem sobre as substâncias químicas, presentes

apenas em um laboratório e, dessa forma, ampliar seus conhecimentos sobre a Química no sentido de que no dia a dia existem materiais que estão vinculados com os conceitos científicos (CASTRO; ARAÚJO, 2012).

Além disso, materiais alternativos em aulas experimentais despertam o interesse dos alunos para a aprendizagem de novos conceitos químicos e os motivam na busca do conhecimento. Assim, como todos os componentes didáticos, o aluno deve ter um motivo pelo qual deve estudar a Química, logo, diferentes recursos didáticos podem ser utilizados para despertar o interesse e, provavelmente, ajudá-lo na compreensão do conteúdo (NASCIMENTO; MOREIRA; BARBOSA, 2014).

Desse modo, o uso de materiais alternativos, além de reduzir os custos com reagentes e vidrarias, é um importante redutor do lixo químico que, em geral, é nocivo à natureza e prejudicial à saúde humana. Partindo deste pressuposto, o uso de reagentes caseiros evitaria diversas contaminações de metais pesados e o contato com substâncias causadoras de doenças, como o câncer (SOARES, 2015).

Silva, Clemente e Pires (2015) destacam que:

A utilização de experimentos alternativos no Ensino de Química é de baixo custo e sem a necessidade de um laboratório, inúmeros temas podem ser abordados por meio da experimentação em sala de aula, como, por exemplo, os temas de teorias ácido-base, equilíbrio químico e escala de pH. Tais conteúdos estão presentes no planejamento anual de Química da primeira série do Ensino Médio, conforme o Currículo Referência da Secretaria de Estado da Educação de Goiás (SEDUC) e no Plano Curricular Nacional do Ensino Médio (PCNEM) (SILVA; CLEMENTE; PIRES, 2015, p.3).

De fato, a busca de novas metodologias de ensino para a eficácia da aprendizagem química tem se tornado comum nos últimos anos. A elaboração de materiais didáticos alternativos tem sido uma maneira de sanar a deficiência da educação e mudar o ensino tradicional existente, sobretudo, na educação básica (SILVA; CLEMENTE; PIRES, 2015).

Metodologia

Esta pesquisa é caracterizada como quantitativa e qualitativa, pois buscou analisar a importância do uso de materiais alternativos para experimentação em aulas de eletroquímica, no âmbito do ensino médio. Assim, dados coletados a partir de indagações de sujeitos participantes da pesquisa, em questões objetivas e discursivas, foram dispostos em gráficos e tabelas, e analisados com base no referencial teórico.

A pesquisa quantitativa é caracterizada pela objetividade, pois utiliza dados brutos recolhidos a partir de respostas fixas, com o apoio de instrumentos padronizados, como gráficos e escalas. Utiliza-se de dados matemáticos para possíveis interpretações de resultados, relaciona as variáveis apresentadas para concluir a pesquisa. Além disso, os dados obtidos são mais estruturados e organizados, enfatizando um pensamento com argumentações mais dedutivas e lógicas (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Por outro lado, a pesquisa qualitativa não está ligada com dados numéricos, mas na compreensão de fatos e ideias de um grupo de indivíduos. Os pesquisadores, por sua vez, não interferem nos resultados, pois apenas os julgamentos dos pesquisados estarão presentes nos dados obtidos. Além disso, os resultados são imprevisíveis, pois descrevem, compreendem e explicam um fenômeno a partir de uma análise que, por sua vez, é mais segura e confiável (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Günther (2006) afirma que, para um melhor aproveitamento de uma pesquisa, os métodos quantitativos e qualitativos podem ser utilizados:

Enquanto participante do processo de construção de conhecimento, idealmente, o pesquisador não deveria escolher entre um método ou outro, mas utilizar as várias abordagens, qualitativas e quantitativas que se adequam à sua questão de pesquisa. Do ponto de vista prático existem razões de ordens diversas que podem induzir um pesquisador a escolher uma abordagem, ou outra (GÜNTHER, 2006, p.207).

Quanto aos procedimentos realizados na execução, a respectiva pesquisa pode ser classificada como uma pesquisa de campo, pois foi realizada em ambiente escolar; e uma pesquisa-ação, pois o pesquisador buscou desenvolver ações para minimizar as dificuldades de ensino-aprendizagem a partir do conteúdo abordado. Fonseca (2002, p.34) afirma que “o processo de pesquisa-ação envolve o planejamento, o diagnóstico, a ação, a observação e a reflexão, num ciclo permanente”.

Na realização da pesquisa, o público alvo foi 51 estudantes do 2º ano do ensino médio, turno matutino, de uma escola pública da cidade de Aroeiras, localizada no agreste paraibano.

Descrição das Atividades Didáticas para o Ensino do Conteúdo de Eletroquímica

A proposta didática elaborada teve o propósito de desenvolver o ensino de eletroquímica a partir de uma abordagem envolvendo o tema gerador: *O uso de bebidas alcoólicas no trânsito*. A duração da aplicação da pesquisa foi de 7 horas/aula.

As aulas foram divididas em etapas, delimitando as atividades a serem trabalhadas e os objetivos, a Tabela 1 sistematiza as etapas de execução das atividades didática.

Tabela 1- Proposta didática para o Ensino de Eletroquímica

Etapas	Atividades trabalhadas	Objetivos
<p>1° momento (1 hora/aula)</p> <p>Levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos em relação ao tema gerador.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação de charges relacionadas ao consumo de bebidas alcoólicas no trânsito; - Discussões sobre os efeitos do álcool no organismo e sua relação com a Química; - Apresentação de vídeo sobre os efeitos causados pelo consumo de bebidas alcoólicas no organismo (t= 1,55s); - Pesquisa sobre as leis do Código de Trânsito Brasileiro (CTB) sobre o uso de bebidas alcoólicas (Atividade desenvolvida em casa). 	<p>Identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o uso de bebidas alcoólicas e seus efeitos no organismo, além da relação existente com a Química; Desenvolver a aula de forma dialógica.</p>
<p>2° momento (1 hora/aula)</p> <p>Abordagem do tema gerador relacionando o consumo álcool com os acidentes de trânsito, o uso e os tipos de bafômetros.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação de vídeo sobre o funcionamento de dois tipos de bafômetros e debate oral sobre os mesmos (3min.43s); - Exposição teórico-metodológica sobre o bafômetro de célula de combustível; - Atividade experimental utilizando bafômetro alternativo de dicromato de potássio; - Discussão sobre o experimento e exposição teórico-metodológica sobre o bafômetro de dicromato de potássio. 	<p>Discutir brevemente, a partir da pesquisa, as infrações existentes nas leis de trânsito sobre o uso de bebidas alcoólicas em diferentes concentrações e sua importância na prevenção de acidente; Conscientizar os alunos sobre o perigo do consumo de álcool no trânsito; Expor o funcionamento do bafômetro de célula de combustível e de dicromato de potássio a partir da exposição de um vídeo; Desenvolver uma aula experimental discursiva utilizando um bafômetro produzido com materiais alternativos.</p>

<p>3º momento (1 hora/aula)</p> <p>Trabalhar os conceitos relacionados aos conhecimentos químicos da proposta de ensino.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Discussão sobre os conceitos de estruturas atômicas e íons; - Exposição e discussão teórico-metodológicas sobre o assunto: Número de Oxidação. 	<p>Abordar, através de um debate, os conceitos de estruturas atômicas e íons;</p> <p>Verificar e sanar as possíveis dúvidas dos alunos sobre número de oxidação.</p>
<p>4º momento (3 hora/aula)</p> <p>Abordagem sobre os assuntos de reações de oxidorredução, pilhas ou células eletroquímicas e eletrólise.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Exposição teórico-metodológica sobre os assuntos: reações de oxidorredução, pilhas ou células eletroquímicas e eletrólise (ígneas e aquosa); - Apresentação de vídeo sobre o assunto de pilhas (3,1s); - Realização de 3 atividades experimentais distintas sobre: reações de oxirredução, pilha de Daniell e eletrólise da água; - Discussão sobre os fatos observados. 	<p>Após a execução do vídeo e a cada atividade experimental, discutir sobre o fenômeno observado e os fatores causadores da reação química. Com base nos conhecimentos prévios dos alunos e nos questionamentos expostos, realizar um debate discursivo argumentativo sobre os conteúdos químicos, enfatizando outros exemplos de reações, sobretudo, do cotidiano dos alunos.</p>
<p>5º momento (1 hora/aula)</p> <p>Revisão de conceitos e avaliação da proposta didática.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Revisão e discussão sobre todas as atividades didáticas realizadas; - Aplicação de um questionário estruturado com questões objetivas e uma dissertativa, para a descrição pessoal dos alunos, a fim de contribuir com a proposta didática. 	<p>Discutir todo o conteúdo apresentado e avaliar a proposta didática a partir do tema gerador, o uso de bebidas alcoólicas no trânsito e o uso do bafômetro, em função da utilização de materiais alternativos de experimentação nas aulas de ensino médio.</p>

Fonte: Os autores.

Experimentação Alternativa Desenvolvida na Segunda Etapa das Atividades de Didática

A primeira atividade experimental presente na proposta didática baseia-se na simulação de um bafômetro de dicromato de potássio, servindo, portanto, como complemento das concepções abordadas no tema gerador, o uso de bebidas alcoólicas no trânsito, e como concepções introdutórias dos conceitos de eletroquímica. Emprega-se o uso de solução ácida de dicromato de potássio, sílica gel, pequenos tubos de plásticos, bexigas, algodão e diferentes soluções alcoólicas (enxaguante bucal, álcool etílico hidratado, cachaça). A Figura 1 demonstra as ilustrações do processo experimental.



Figura 1 - Atividade experimental utilizando bafômetro alternativo de dicromato de potássio

Fonte: Os autores.

As seguintes atividades experimentais baseiam-se nas abordagens dos conceitos de eletroquímica. Na abordagem de reações de

oxirredução, emprega-se o uso de palha de aço e sulfato de cobre, como demonstra a Figura 2:



Figura 2 - Atividade Experimental sobre reações de oxirredução

Fonte: Os autores.

No conteúdo de pilhas ou células eletroquímicas, a atividade experimental consiste no desenvolvimento de uma pilha de Daniell utilizando limões, placas de zinco, moedas e fios de cobre e uma pequena lâmpada. A Figura 3:



Figura 3 - Atividade Experimental sobre pilhas ou células eletroquímicas

Fonte: Os autores.

O quarto procedimento experimental da proposta didática baseia-se na eletrólise da água. Desenvolveu-se um equipamento constituído por um pote de vidro com tampa, parafusos, placas de aço inoxidável, borrachas circulares, solução de hidróxido de

potássio, conectores elétricos e um carregador de celular. A Figura 4 demonstra a atividade experimental sobre eletrólise da água.

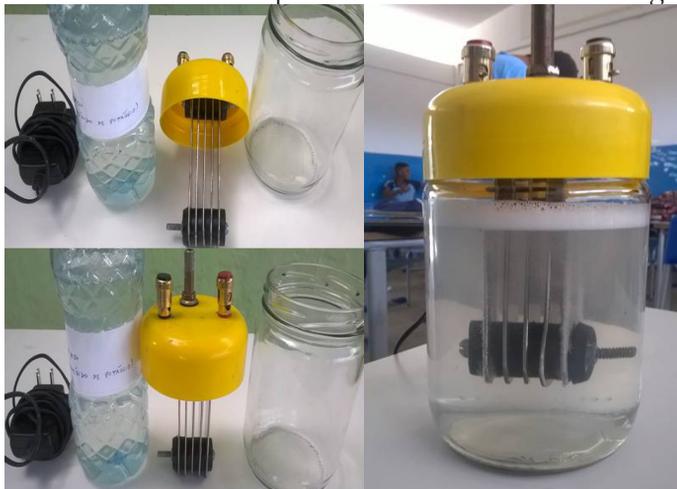


Figura 4: Atividade Experimental sobre eletrólise da água

Fonte: Os autores.

Instrumentos de Coleta de Dados

Ao término da execução das atividades didáticas, foi aplicado um questionário com questões objetivas e uma discursiva, para a análise e avaliação dos sujeitos sobre uso da experimentação alternativa realizada durante a execução das atividades de ensino.

Os dados das questões objetivas foram sistematizados e expressos em gráficos e as discussões realizadas à luz do referencial teórico. Para a questão aberta, utilizou-se o critério de análise de conteúdo de Bardin. Segundo Mozzato e Grzybovski (2011), esse tipo de análise consiste em procedimentos sistematizados e objetivos, a partir de um conjunto de falas dos sujeitos, as quais são analisadas, interpretadas, e dispostas em categorias conforme suas analogias.

Resultados e discussão

Após a intervenção da proposta didática e análise do questionário de coleta de dados, os resultados foram tabulados e discutidos conforme o referencial teórico. Observaram-se primeiramente as características da turma de 51 alunos, em seguida, o nível de compreensão e as opiniões sobre a proposta didática.

Inicialmente, foram analisados os resultados referentes à idade dos estudantes envolvidos na pesquisa. A Figura 5 mostra a síntese dos dados obtidos.

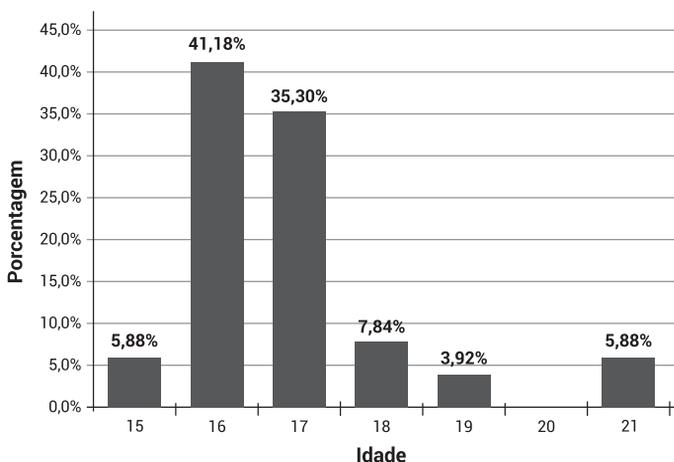


Figura 5 - Idade dos estudantes participantes da pesquisa

Fonte: Os autores.

Os dados expostos na Figura 5 revelam que 5,88% dos estudantes participantes da pesquisa têm (15 anos); 41,18% (16 anos); 35,30% (17 anos); 7,84% (18 anos); 3,92% (19 anos) e 5,88% (21 anos). Nenhum dos estudantes possui 20 anos. Evidencia-se, portanto, um percentual elevado (82,36%) no número de estudantes entre 15 e 17 anos frequentando o segundo ano médio, idade ideal segundo o Ministério da Educação.

Em relação ao percentual de alunos que estão desnível de acordo com os índices de idade do Ministério da Educação, os autores Lucindo Júnior e Suhett (2014) relatam que, em geral, as causas para o atraso escolar estão intimamente ligadas à inserção precoce de alunos ao mercado de trabalho, os quais abandonam a escola antes de concluir o ensino médio; à repetência, provocada pelo baixo desempenho educacional; à entrada tardia na escola e ao atraso no processo de alfabetização. Estas características são mais acentuadas no período noturno, diferentemente do turno que no qual foi desenvolvida a proposta didática, realizada com alunos do período matutino e, por isso, apresenta a maioria dos estudantes com idade ideal para o ensino médio.

Como a escola não disponibiliza de laboratório de Química, essa proposta de ensino fez uso da modalidade de experimento em sala ambiente. Nesse sentido, procurou-se diagnosticar entre os sujeitos da pesquisa a eficiência da experimentação no processo de ensino-aprendizagem dos estudantes. Os resultados foram sistematizados e estão expressos na Figura 6.

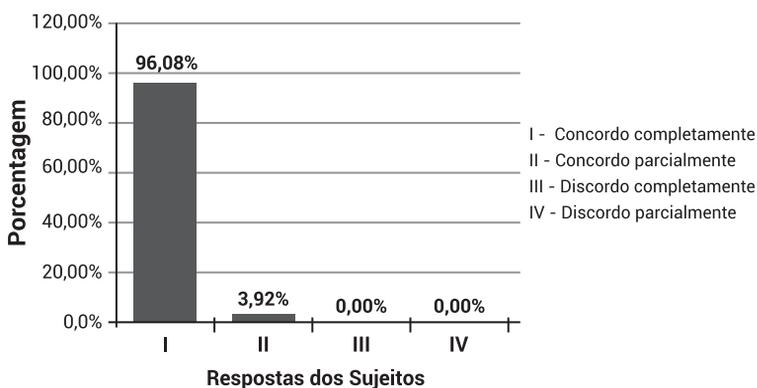


Figura 6 - Avaliação dos estudantes sobre a existência de um espaço laboratorial na colaboração do processo de ensino e aprendizagem

Fonte: Os autores.

Os resultados da Figura 6 expõem que 96,08% dos pesquisados concordam completamente com a afirmação de que a presença de um laboratório de Química na sua escola facilita (ou facilitaria) o ensino-aprendizagem dos conceitos adotados pelo professor; outros 3,92% concordam parcialmente com a afirmação. E nenhum dos estudantes assinalou as alternativas de discordância. Tais resultados demonstram que, quando se trata de um espaço físico de laboratório na escola, os alunos são favoráveis, e sinalizam que é possível a melhoria do aprendizado e aumento no conhecimento científico.

A utilização de um espaço que proporcione o desenvolvimento de habilidades científicas, como o manuseio de equipamentos, promove a autonomia dos alunos, além de incentivar o trabalho em grupo. A presença de um laboratório contribui para a formação intelectual, desenvolve a curiosidade perante a ciência e relaciona a teoria com a prática utilizando métodos mais técnicos (MACÊDO *et al.*, 2010).

Em seguida, os sujeitos expressaram sua opinião sobre a execução da proposta didática utilizada no ensino de eletroquímica, usando experimentos em sala de aula com materiais alternativos. A Figura 7 apresenta os resultados obtidos.

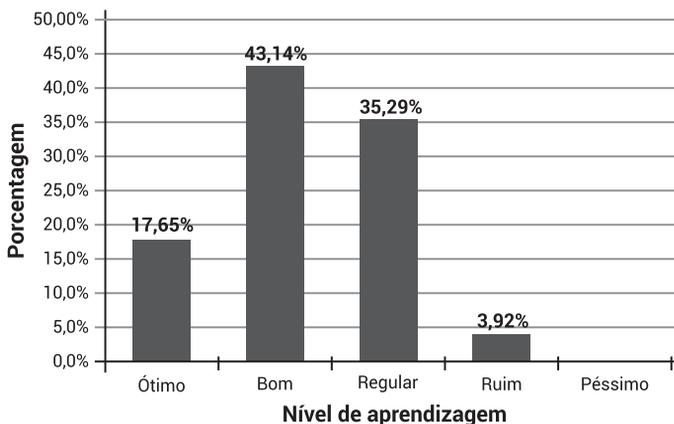


Figura 7 - Avaliação dos estudantes sobre o nível de aprendizagem dos assuntos químicos apresentados na proposta didática

Fonte: Os autores.

A partir dos dados mostrados na Figura 7, percebe-se uma variação no nível de entendimento dos assuntos abordados na proposta didática, 17,65% dos estudantes declararam como ótimo o seu nível de entendimento, 43,14% afirmam como bom, 35,29% acham regular, 3,92% sinalizam como ruim e nenhum dos estudantes considera péssimo. Mesmo com o uso da experimentação e com os debates a cerca do conteúdo, na perspectiva de estabelecer o elo entre teoria e prática, alguns estudantes apresentaram dificuldades de assimilação. Entretanto, é perceptível também o entendimento por uma grande parcela dos estudantes.

Freire, Silva Júnior e Silva (2011) destacam que as dificuldades de aprendizagem na disciplina de Química estão atreladas a diversos fatores, dentre os quais, destacam-se: os problemas biológicos e de hereditariedade, o baixo nível de escolaridade familiar, a própria essência da disciplina em seus mais variados conceitos, a velocidade no raciocínio de diversos estudantes, sobretudo na associação do mundo microscópico com o macroscópico e a apresentação pronta e acabada dos conceitos e teorias, sem exemplificação e contextualização.

Nesse sentido, fica a responsabilidade para os professores a organização de atividades inovadoras que promovam a aprendizagem efetiva dos estudantes, para tanto, é primordial um pensamento crítico-reflexivo a respeito das abordagens utilizadas nas aulas e no desenvolvimento de propostas didáticas interligadas com a contextualização e interdisciplinaridade.

Na sequência, os estudantes foram questionados sobre a utilização do tema gerador (o uso de bebidas alcoólicas no trânsito) no processo de ensino, se este contribuiu com a motivação dos sujeitos na busca do conhecimento químico a partir dos conceitos e debates realizados. Os resultados encontram-se representados na Figura 8.

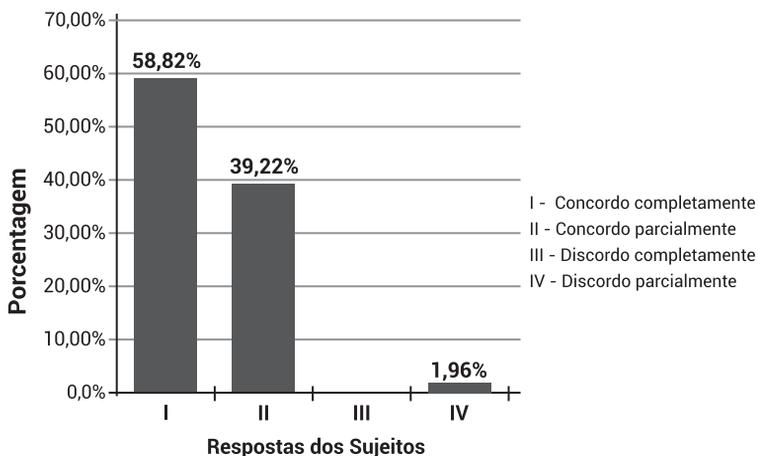


Figura 8 - Avaliação dos estudantes sobre a utilização do tema gerador no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos químicos em questão

Fonte: Os autores.

Os resultados da Figura 8 mostram que 58,82% dos estudantes concordam completamente que o tema gerador motivou a aprender os conceitos químicos apresentados em sala de aula, 39,22% concordam parcialmente com a afirmação e 1,96% discordam parcialmente. Nenhum dos estudantes pesquisados discorda completamente.

Nesse sentido, Freire e Shor (1986) resumizam que o processo motivacional da educação como algo que ocorre na prática escolar, no momento da atuação dos indivíduos, a partir do instante em que o estudante entende a importância do que lhe é proposto, ele se sente motivado a buscar mais conhecimentos sobre o assunto tratado.

Em seguida, os sujeitos foram questionados sobre a importância do uso do tema gerador como facilitador de aprendizagem dos conceitos químicos abordados na proposta didática. Na Figura 9, estão expressos os dados obtidos neste questionamento.

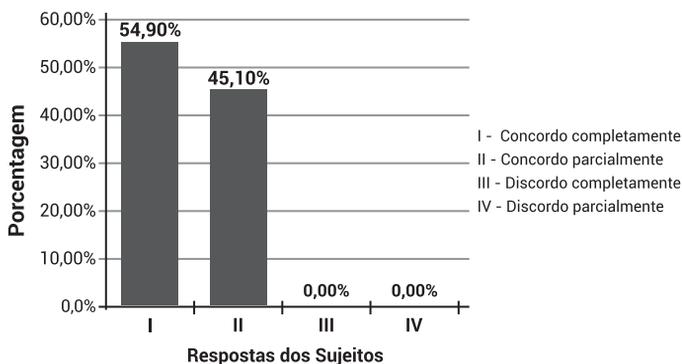


Figura 9 - Avaliação dos estudantes sobre a utilização do tema gerador como auxílio na compreensão sobre o assunto de eletroquímica abordado na proposta didática

Fonte: Os autores.

Os resultados expressos na Figura 9 demonstram que 54,90% dos estudantes concordam completamente com a facilidade da compreensão dos assuntos abordados a partir do uso do tema gerador, 45,10% concordaram parcialmente com a afirmação e nenhum estudante discordou.

Nesse sentido, Freire (1987) explica que os temas geradores, quando trabalhados em sala de aula, devem fazer relação com o cotidiano dos indivíduos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem e esta seria a ideia do processo motivacional dentro da sala de aula, bem como no desenvolvimento de uma metodologia reflexiva, de modo que os estudantes associem as ideias abordadas pelo tema gerador com o seu cotidiano, e os interpretem como uma maneira de aumentar seus conhecimentos. Além disso, destaca que o tema gerador e a unidade temática, quando desenvolvidos em conjunto, facilitam a compreensão de ambos, preenchendo as possíveis lacunas existentes quando analisados individualmente.

Na Tabela 2, estão expressas as falas dos sujeitos da pesquisa sobre o uso dos materiais alternativos, utilizados na execução da experimentação da proposta de ensino dos conceitos de

eletroquímica e sua importância para as escolas que não dispõem de um espaço específico para a realização de aulas práticas.

Tabela 2 - Justificativa dos estudantes sobre o uso de materiais alternativos de experimentação em escolas que não dispõem de laboratório

Categoria 1 - O uso de materiais alternativos nas aulas de experimentação é uma opção para substituir o laboratório de Química em escolas que não dispõem deste espaço? Explique sua resposta		
Subcategorias	%	Fala representativa dos sujeitos
1.1 Os sujeitos não atingiram os objetivos da pergunta.	21,6	“Bom”. (Aluno 2)
1.2 Os sujeitos afirmam que os materiais alternativos não substituem os laboratoriais.	1,9	“Não! Poucos materiais nunca vão substituir um laboratório”. (Aluno 1)
1.3 Os sujeitos afirmam que o uso de materiais alternativos favorece o entendimento dos conceitos abordados nas aulas.	52,9	“Sim, pois nos facilitaria o entendimento do assunto com objetos de casa, que encontramos usualmente”. (Aluno 3)
1.4 Os sujeitos afirmam que o uso de materiais alternativos favorece o processo de ensino-aprendizagem de forma prática.	13,7	“Sim, tendo em vista que ajuda a absorver conhecimento de forma prática”. (Aluno 4)
1.5 Os sujeitos afirmam que uso de materiais alternativos desenvolve sua mentalidade, favorece a participação e deixa-os mais curiosos.	11,8	“Sim, porque poderemos participar, desenvolvendo nossa mentalidade e resolvendo nossas curiosidades”. (Aluno 24)
1.6 Os sujeitos afirmam que o uso de materiais alternativos atrai mais a atenção dos alunos em sala de aula.	9,8	“Sim, pois chama a atenção dos alunos”. (Aluno 26)
1.7 Os sujeitos afirmam que o uso de materiais alternativos ajuda na relação entre teoria e práticas laboratoriais.	3,9	“Sim, pois nos proporciona uma noção básica de como funciona um laboratório”. (Aluno 7)
1.8 Os sujeitos afirmam que o uso de materiais alternativos promove uma aprendizagem dos conceitos químicos.	1,9	“Sim, para que houvesse mais aprendizagem no ramo da química”. (Aluno 15)
1.9 Os sujeitos afirmam que o uso de materiais alternativos é o único meio de demonstração de experimentos em escolas que não dispõem de laboratório .	1,9	“Sim, porque às vezes é o único meio de demonstrar os experimentos, já que a escola não disponibiliza de laboratório”. (Aluno 49)

Fonte: Os autores.

Os resultados da Tabela 2 demonstram que 21,6% dos estudantes não atingiram os objetivos da pergunta; 1,9% afirmam que os materiais alternativos de experimentação não substituem os laboratoriais; 52,9% afirmam que o uso dos materiais alternativos de experimentação favorece o entendimento dos conceitos abordados nas aulas; 13,7% acreditam que o uso dos materiais alternativos de experimentação favorece o processo de ensino-aprendizagem de forma prática; 11,8% afirmam que o uso dos materiais alternativos de experimentação desenvolve sua capacidade entendimento, favorece a participação e deixa-os mais curiosos; 9,8% entendem que o uso dos materiais alternativos de experimentação atrai mais a atenção dos alunos em sala de aula; 3,9% afirmam que o uso dos materiais alternativos de experimentação ajuda na relação entre teoria e práticas laboratoriais e 1,9% dos estudantes concordam que o uso dos materiais alternativos de experimentação promove uma aprendizagem dos conceitos químicos e é o único meio de demonstração de experimentos em escolas que não dispõem de laboratório.

É possível verificar, na Tabela 2, que 76,5% dos estudantes são favoráveis ao uso de materiais alternativos em aulas de Química, vinculados à experimentação em escolas que não dispõem de um espaço e de materiais científicos para a realização das atividades experimentais. Estes resultados sinalizam para a importância de os professores, mesmo com as dificuldades existentes no processo de ensino-aprendizagem, incorporarem estratégias em sala de aula que despertem o interesse e a curiosidade dos alunos, e das aulas práticas com o uso de materiais alternativos que corroboram para a aprendizagem dos sujeitos envolvidos no processo.

Neste contexto, Gioppo, Scheffer e Neves (1998) retratam o uso de materiais alternativos como uma forma de aproximação da ciência ao cotidiano dos alunos. É uma maneira de os alunos desenvolverem outras habilidades, estimularem o pensamento crítico-reflexivo e aproveitarem tais materiais para uma possível

utilização. Os resultados são surpreendentes quando há o interesse de todos os envolvidos no processo.

Schnetzler (2010) afirma que a prática experimental, no ensino de Química, assume um caráter investigativo, para a elaboração e verificação de teorias, visando eliminar as dúvidas dos alunos através da relação da teoria com a prática. Segundo os PCNEM (1999), a experimentação não deve ser apenas uma maneira de confirmar ideias apresentadas em livros didáticos. É preciso que as atividades estimulem a indagação e estratégias para obterem respostas dos problemas e que sejam prazerosas para os estudantes, principalmente no sentido de compreenderem os assuntos abordados pelos professores.

Considerações Finais

A proposta didática executada com os alunos do ensino médio permitiu a realização de experimentos alternativos em aulas de eletroquímica, desenvolvidas a partir do tema gerador de conhecimento, o uso de bebidas alcoólicas no trânsito e os resultados destas foram satisfatórios no processo de ensino e aprendizagem.

Os dados da pesquisa revelam algumas dificuldades de aprendizagem dos alunos em relação à disciplina de Química e estes apontam que a falta de laboratório para aulas experimentais contribui com a dificuldade de aprendizagem dos conteúdos e deixa o ensino de Química sem vínculo com o seu cotidiano.

Os resultados mostram, ainda, que a inserção do tema gerador motivou os alunos no processo de aprendizagem, facilitou no entendimento dos conceitos químicos abordados nas aulas e estabeleceu a relação do mesmo com o cotidiano dos participantes da proposta didática. Além disso, evidenciou-se que a experimentação alternativa é importante no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos de eletroquímica, bem como no despertar do pensamento

crítico a partir da ampliação da capacidade de análise das questões sociais que permeiam a realidade em que vivem.

Enfim, o estudo sinaliza que a proposta didática desenvolvida a partir da experimentação alternativa favoreceu na reflexão dos fenômenos e contribuiu para uma aprendizagem significativa dos estudantes.

Referências

AMARAL, E. M. H. et al. Laboratório Virtual de Aprendizagem: Uma Proposta Taxonômica. **Revista Renote**, Porto Alegre, v. 9, n. 2, p.1-11, 2011.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio:** Ciências da Natureza, Matemática e Suas Tecnologias. Brasília, MEC, 1999. p.30-39.

BRASIL. Química. In: **PCN+ Ensino Médio:** Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2002. p.87-110.

BUENO, L. et al. O Ensino de Química por meio de Atividades Experimentais: A Realidade do Ensino nas Escolas. In: ENCONTRO DO NÚCLEO DE ENSINO DE PRESIDENTE PRUDENTE, 2., Presidente Prudente, 2007. **Anais...** Presidente Prudente, 2007. p.1-8.

CASTRO, C. L.; ARAÚJO, S. C. M. Uma proposta De Experimentos Com Materiais Alternativos a partir da Análise Do Livro Didático. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 16., Salvador, 2012. **Anais...** Salvador, 2012.

FARIAS, C. S.; BOSAGLIA, A. M.; ZIMMERMANN, A. A. Importância das Atividades Experimentais no Ensino de Química. In: CONGRESSO PARANAENSE DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA, 1., Londrina, 2009. **Anais...** Londrina, 2009.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da Pesquisa Científica**. Fortaleza: UEC, 2002, 127 p.

FREIRE, M. S.; SILVA JÚNIOR, C. N.; SILVA, M. G. L. Dificuldades de Aprendizagem no Ensino de Eletroquímica Segundo Licenciandos de Química. In: **Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, p.1-12, 2011.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17^o ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987. 107 p.

FREIRE, P.; SHOR, I. **Medo e Ousadia**: O Cotidiano do Professor. v. 18. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1986. 116 p.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. 120 p.

GIOPPO, C.; SCHEFFER, E. W. O.; NEVES, M. C. D. O Ensino Experimental na Escola Fundamental: Uma Reflexão de Caso no Paraná. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 14, p.39-57, 1998.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 31, n. 3, p.198-202, 2009.

GÜNTHER, H. Pesquisa Qualitativa Versus Pesquisa Quantitativa: Esta é a Questão?. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, v. 22, n. 2, p.201-210, 2006.

JESUS, E. L. F.; LIMA FILHO, V. B. L.; GURGEL, M. F. C. A Contribuição da Experimentação no Ensino de Química na Educação Básica: Uma Abordagem em Cinética. In: SEMANA DE LICENCIATURA, 8., Jataí, 2011. **Anais...** Jataí, 2011, p.150-160.

LIMA FILHO, F. S. et al. A Importância do Uso de Recursos Didáticos Alternativos no Ensino de Química: Uma Abordagem Sobre Novas Metodologias. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 12, p.166-173, 2011.

LIMA, V. A. **Atividades Experimentais no Ensino Médio – Reflexão de um Grupo de Professores a Partir do Tema Eletroquímica**. 2004. 197 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

LUCINDO JÚNIOR, E.; SUHETT, M. M. C. **A Distorção Idade/Série nos Anos Finais do Ensino Fundamental, em Escolas da Rede Pública Estadual do Estado do Espírito Santo, no Município de Alegre**. 2014. 45 f. Monografia (Licenciatura Plena em Pedagogia) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, 2014.

MACÊDO, G. M. E. et al. A Utilização do Laboratório no Ensino de Química: Facilitador do Ensino – Aprendizagem na Escola Estadual Professor Edgar Tito Em Teresina, Piauí. In: CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 5., 2010, Maceió. **Anais...** Maceió, 2010.

MERÇON, F. A Experimentação No Ensino De Química. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. **Anais...** Bauru, 2003.

MOREIRA, G.; ARAÚJO, M. V. Eletroquímica, Aulas Teóricas e Práticas com o Auxílio de Materiais Alternativos em Sala de Aula. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL EDUCAÇÃO CIDADANIA E EXCLUSÃO, 4., Rio de Janeiro, 2015. **Anais...** Rio de Janeiro, 2015.

MOZZATO, A. R. GRZYBOVSKI, D. Análise de Conteúdo como Técnica de Análise de Dados Qualitativos no Campo da Administração: Potencial e Desafios. **RAC**, Curitiba, v. 15, n. 4, p.731-747, 2011.

NASCIMENTO, N. R.; MOREIRA, G.; BARBOSA, N. Introdução de Materiais Alternativos em Aulas Teóricas de Misturas. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO À DOCENCIA DA UEPB, 4., Campina Grande, 2014. **Anais...** Campina Grande, 2014.

PITANGA, A. F. O Estudo da Eletroquímica e suas Implicações numa Perspectiva para a Educação Ambiental. **Revista Sergipana de Educação Ambiental**, São Cristóvão, v. 1, n. 1, p.181-199, 2014.

RIBEIRO, S. R. S.; AZEVEDO, P. R. L.; RODRIGUES, F. E. A. O Uso de Materiais Alternativos como Recurso Didático nas Aulas de Química. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO NO BRASIL, 3., Porto Seguro, 2013. **Anais...** Porto Seguro, 2013.

SANTOS, R. I. et al. Experimentação Mediante Vídeos: Possibilidades e Limitações para a Aplicação em Aulas de Química.

In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15., Brasília, 2010. **Anais...** Brasília, 2010.

SCHNETZLER, R. P. Alternativas didáticas para a formação docente em Química. In: DALBEN, A. et al. (Org.). **Coleção Didática e Prática de Ensino**. Belo Horizonte: Autêntica, 2010. p.149-166.

SILVA, C. S.; CLEMENTE, A. D.; PIRES, D. A. T. Uso da Experimentação no Ensino de Química como Metodologia Facilitadora do Processo de Ensinar e Aprender. **Revista Técnica e Tecnológica**, Luziânia, v. 1, n. 1, p.1-18, 2015.

SILVA, M. R. E.; CINTRA, E. P. Experimentação e Simulações: Contribuições para o Ensino e Aprendizagem das Reações Redox. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, 9., Girona – Espanha, 2013. **Anais...** Girona – Espanha, 2013. p.1153-1159.

SILVA, R. M. et al. Conexões entre Cinética Química e Eletroquímica: A Experimentação na Perspectiva de Uma Aprendizagem Significativa. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 38, n. 3, p.237-243, 2016.

SILVA, R. M.; SILVA, R. C.; AQUINO, K. A. S. Estudo da Eletroquímica a Partir de Pilhas Naturais: Uma Análise de Mapas Conceituais. **Aprendizagem Significativa em Revista**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p.45-56, 2014.

SOARES, J. A. S. **Aplicação de Recursos Alternativos em Aulas Experimentais de Química no Ensino Médio para a Educação do Campo**. 2015. 45 f. Monografia (Licenciatura em Educação do

Campo) – Faculdade UNB de Planaltina, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

TREVISAN, T. S.; MARTINS, P. L. O. O Professor de Química e as Aulas Práticas. In: CONGRESSO NACIONAL DA EDUCAÇÃO DA PUCPR, 8., Curitiba, 2008. **Anais...** Curitiba, 2008.

7



A CONSTITUIÇÃO DE UM CLUBE DE MATEMÁTICA POR MEIO DA TEORIA DA ATIVIDADE

José Márcio da Silva Ramos Diniz
José Joelson Pimentel de Almeida

Introdução

Apresentamos algumas reflexões sobre uma proposta de aplicação de atividades para a constituição de um Clube de Matemática em uma escola da rede pública de ensino, discutindo potencialidades e limitações que cercam uma proposta desta natureza, a partir da Teoria da Atividade de Leontiev (2004). Estas reflexões são oriundas da discussão estabelecida em nossa dissertação de mestrado (DINIZ, 2017).

A Teoria da Atividade estabelece parâmetros para o planejamento de atividades de ensino aplicadas em espaços de aprendizagem, como em um Clube de Matemática. Neste artigo, fazemos uma discussão desses parâmetros, iniciando pela apresentação de um breve histórico sobre Clubes de Matemática e alguns pressupostos teóricos referentes à Teoria da Atividade.

Para ilustrar essa discussão, trazemos uma atividade desenvolvida em nossa pesquisa, o *Problema do caramujo*, aplicada em dois momentos diferentes.

A ideia de constituição de um Clube de Matemática bem como a investigação sobre as atividades nesta constituição se formaram na expectativa de melhoria para o quadro desfavorável quanto à aprendizagem matemática dos alunos, sendo o contexto deste trabalho uma escola da rede municipal de ensino da capital paraibana, quando buscamos por estratégias diferenciadas de ensino.

Na maioria das vezes, sentimo-nos engessados pela prática de um currículo *proposto* pelas secretarias de educação nos diversos setores, visando principalmente às avaliações externas, o que vem a impossibilitar um redimensionamento nas atividades e conteúdos trabalhados em sala de aula segundo as próprias vivências, experiências e reflexões dos professores. Como uma possibilidade de reflexão desta natureza, propomos a criação e implementação de um Clube de Matemática na escola, acreditando ser uma alternativa para minimizar o distanciamento tão comum entre os alunos e a Matemática. Esta proposta, enquanto projeto pedagógico, foi construída com a perspectiva de um trabalho visando à mudança no posicionamento dos alunos em relação à Matemática.

Desse modo, percebemos a necessidade de trazer uma discussão a respeito de Clubes de Matemática já existentes em algumas instituições brasileiras e em outros países, apresentando suas contribuições para área em estudo, pois defendemos que o Clube de Matemática pode se configurar como um espaço de mudanças nas ideias que os alunos têm em relação à Matemática enquanto disciplina em que só alguns poderão aprender. Para a melhor compreensão disto, apresentamos a seguir algumas experiências de Clubes de Matemática em diferentes contextos.

Sobre Clubes de Matemática

Segundo Morgado (1995), a Sociedade Portuguesa de Matemática (SPM), desde muito cedo,

[...] se preocupou com a formação de Clubes de Matemática. Tais Clubes podem ser um auxiliar poderoso na propaganda da Matemática, no fortalecimento do convívio (tão necessário!) entre os interessados em Matemática. Os Clubes podem, inclusivamente, ajudar a resolver algumas dificuldades na aprendizagem da Matemática (MORGADO, 1995, s/p).

Em Portugal, essa foi uma bandeira levantada pela Sociedade Portuguesa de Matemática (SPM). Se existisse um grupo, ainda que pequeno, de pessoas interessadas em Matemática que pudessem criar um Clube de Matemática, certamente este grupo seria seguido, posteriormente, por outros integrantes. Estes se tornariam multiplicadores desta prática se tivessem seus anseios e aspirações matemáticas correspondidas.

Acreditando na juventude, os portugueses apontaram para a necessidade de jovens do ensino superior assumirem a responsabilidade pela constituição de Clubes de Matemática em suas instituições. Nos níveis hoje, chamados de básicos, esse papel coube aos professores.

Atualmente a SPM disponibiliza aos interessados um espaço de apoio à pesquisa em seu *site*. O Clube de Matemática da SPM traz, em sua página¹, diversos problemas e soluções, um *quiz* matemático, competições, arquivos, entre outros conteúdos.

Como exemplo disso, temos no Brasil os Clubes de Matemática da Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas

1 Disponível em: <http://www.clube.spm.pt/>, acessado em 8 abr. 2018.

(OBMEP), vinculados à Sociedade Brasileira de Matemática (SBM) que, segundo o *blog*² dos Clubes, além de disseminarem o estudo da Matemática, objetivam incentivar o desenvolvimento intelectual dos participantes promovendo debates, pesquisas e, sobretudo, desafiando-os a análises críticas dos resultados obtidos por eles mesmos e por outros e desmistificarem ideias preconcebidas relativas à Matemática.

Neste *blog*, estão disponíveis uma biblioteca, ludo e videote-cas, sala de atividades, de estudos e de problemas, competições, entre outros, sempre com temas vinculados às questões da prova da OBMEP, e as atividades são realizadas virtualmente de duas maneiras: através do *blog* e por meio de fórum de discussão, visando à preparação dos alunos para as Olimpíadas.

Por outro lado, algumas instituições universitárias brasileiras, a exemplo da Universidade de São Paulo (USP), da Universidade Federal de Goiás (UFG) e da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), vêm realizando diversas experiências utilizando o Clube de Matemática como seu foco de investigação no ensino e na aprendizagem de Matemática em diferentes contextos e situações.

Segundo Cedro (2004), a Escola de Aplicação da Faculdade de Educação da USP (FE-USP) tem o Projeto Clube de Matemática³ que, semestralmente, reúne alunos por ano do Ensino Fundamental. Neste Projeto, há o envolvimento de quatro estagiários e dezesseis alunos em cada grupo.

A participação dos alunos da Escola de Aplicação da FE-USP é aberta aos interessados. Os estagiários são dos cursos de Pedagogia e da Licenciatura em Matemática. Todas as reuniões

2 Disponível em: <http://clubes.obmep.org.br/blog/>. Acessado em: 8 abr. 2018.

3 Disponível em: <http://www2.fe.usp.br/~labmat/clube/>. Acessado em: 8 abr. 2018.

do Clube ocorrem no Laboratório de Matemática da FE-USP, sendo que outras atividades podem ocorrer em outros espaços.

A UFG se destaca quando, através do Projeto Observatório de Educação (OBEDUC), implementa Clubes de Matemática em escolas públicas da rede municipal de Goiânia. Cedro (2015) apresenta vivências, experiências e reflexões dos Clubes de Matemática desenvolvidos nesta rede municipal de ensino. Estes Clubes estão vinculados ao Projeto de pesquisa intitulado *Educação Matemática nos anos finais do Ensino Fundamental: Princípios e práticas da organização do ensino*, associado ao Projeto OBEDUC com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Como no Clube de Matemática desenvolvido em nossa pesquisa, a participação das crianças é sempre voluntária, na qual há divulgação por parte dos professores, não havendo resistência quanto à participação das mesmas.

Já a UFSM desenvolve, por meio do Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática (GEPEMAT), a proposta Clube de Matemática (Clumat)⁴, que consiste na preparação de atividades de ensino a serem aplicadas em turmas dos anos iniciais do Ensino Fundamental de escolas públicas parceiras.

Segundo Vaz (2013), a proposta de Clumat teve início no ano de 2009 e era desenvolvida apenas em uma escola. No entanto, no ano de 2011, com a chegada do Projeto OBEDUC, que objetivou a discussão de uma proposta curricular para o ensino de Matemática, decidiu-se inserir o Clumat como uma das ações do Projeto, e, assim, levar suas atividades para as quatro escolas que compõem o núcleo onde o mesmo está inserido.

A Universidade Federal da Paraíba (UFPB), por meio do Laboratório de Estudos e Pesquisas da Aprendizagem Científica

4 Disponível em: <http://gepemat-ufsm.blogspot.com.br/>. Acessado em: 8 abr. 2018.

(LEPAC)⁵, fundado em 1991 e subsidiado pela CAPES, desenvolveu um projeto de implantação de Clubes de Matemática em escolas de nível básico na cidade de João Pessoa. A este Projeto aderiram escolas de diversos contextos, seja de nível social, econômico ou político. Com o título “Clubes de Matemática nas escolas”, o Projeto teve a participação de escolas públicas e privadas da cidade e era caracterizado como um espaço em que o aluno podia aprender Matemática através de atividades curriculares e extracurriculares, utilizando jogos, brincadeiras e desafios.

Neste contexto, surge nossa inquietação de saber o que podemos fazer para que espaços como nosso Clube de Matemática possam ser criados e sejam ativos no ambiente escolar, trazendo uma melhoria para aprendizagem da Matemática e das outras disciplinas e, para isto, buscamos nos pressupostos teóricos da Teoria da Atividade, apresentados a seguir, subsídios para elaboração das atividades a serem aplicadas em nosso Clube de Matemática, almejando a sua constituição e consolidação.

A Teoria da Atividade

Em seus estudos, Leontiev (2004) analisa a relação entre o homem e a cultura, para compreender a importância do trabalho e das atividades em seu desenvolvimento, evidenciando que o homem, há tempos, já é considerado como um ser à parte, qualitativa e profundamente diferente dos seus antepassados. Para ele,

[...] a hominização resultou da passagem à vida numa sociedade organizada na base do trabalho; que esta passagem modificou a sua natureza e marcou o início de um desenvolvimento que, diferentemente do

5 Disponível em: <http://www.mat.ufpb.br/lepac/frame.htm>. Acessado em: 8 abr. 2018.

desenvolvimento dos animais, estava e está submetido não às leis biológicas, mas às leis sócio-históricas (LEONTIEV, 2004, p.280).

Nesse sentido, é importante levar em consideração que o homem vive em constante interação com o meio social que o cerca e essa interação entre os indivíduos, muitas vezes, acontece para resolver algum problema ou para desempenhar um trabalho. Estas atividades são especificamente humanas, constituindo-se em formas de relação dos homens com o mundo, dirigidas por fins a serem alcançados.

Nesta perspectiva, podemos entender o trabalho como “uma atividade que exige, por um lado, a utilização de instrumentos para a transformação da natureza e, por outro, o planejamento, a ação coletiva e, portanto, a comunicação social” (OLIVEIRA, 1997, p.45).

A atividade apresenta-se, também, como um resultado de todas as influências sociais, um processo essencial na formação da personalidade e tem a função de orientar o sujeito no mundo dos objetos e para Nuñez (2009, p.64):

É o modo, especificamente humano, pelo qual o homem se relaciona com o mundo. É um processo no qual se reproduz e se transforma, de modo criativo, a natureza, a sociedade e o próprio sujeito, com base na realidade objetiva objetivada pela prática.

No contexto educacional, devemos estar cientes de que as crianças aprendem, e muito, antes de terem acesso ao ambiente escolar. Esses conhecimentos, denominados por muitos de histórias ou conhecimentos prévios, devem ser levados em consideração quando são propostas tarefas ou atividades na escola.

A partir de Vygotsky (2007), entendemos que o nível de desenvolvimento de uma criança é diferente do nível de

desenvolvimento das outras, ou seja, os aprendizados são diferentes devido às experiências vivenciadas por elas antes e durante suas vivências escolares.

Para isto, Vygotsky (2007) trata dos níveis de desenvolvimento de uma criança, afirmando que, ao chegar à escola, a criança traz consigo diversas experiências, ou seja, conhecimentos já vivenciados, um aprendizado já adquirido. A este nível de conhecimento, Vygotsky denomina de nível de desenvolvimento real, a criança já o desenvolve de maneira independente, por si mesma.

Simultaneamente, alguns conhecimentos estão em curso, sendo que a criança ainda não os domina, necessita de ajuda, cooperação ou colaboração para poder concluir as tarefas que deles necessitam. A este nível, Vygotsky chama de nível de desenvolvimento potencial.

Este movimento de troca de conhecimentos faz com que as crianças se ocupem daqueles já sistematizados em sua forma mais clara por meio de investigações relacionadas aos mesmos, ou seja, neste intervalo entre os níveis de desenvolvimento real e potencial, está o que Vygotsky postula de zona de desenvolvimento proximal que:

É a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (VYGOTSKY, 2007, p.95).

Em uma análise apressada, muitas vezes estas ações podem ser mal interpretadas ou vistas de maneira inadequada. Alguns professores podem entender essa ajuda como algo não produtivo ou até mesmo como imitação. No entanto, ao contrário dos outros animais,

“o aprendizado humano pressupõe uma natureza social específica e um processo através do qual as crianças penetram na vida intelectual daqueles que a cercam” (VYGOTSKY, 2007, p.100).

Assim, em atividades coletivas e com orientação, as crianças são capazes de fazer muito mais coisas e ocasionam uma interação significativa entre seu desenvolvimento e sua aprendizagem no contexto social em que estão inseridas, embora estes dois processos não coincidam. Para Vygotsky (2007, p.103), “o processo de desenvolvimento progride de forma mais lenta e atrás do processo de aprendizagem”.

Para que a criança se desenvolva, evoluindo também o seu processo de aprendizagem, é necessário que se utilizem métodos e estratégias diferenciadas. Neste sentido, defendendo a utilização de atividades diferenciadas nas aulas de Matemática, é que propomos a implementação de um Clube de Matemática.

Para Nuñez (2009), existem diversos tipos de atividade: prática, gnosiológica, valorativa e comunicativa, entre outra. Para este autor, esses são os tipos de atividades que devem ser desenvolvidas nos alunos durante o processo de aprendizagem. Segundo o mesmo autor, “o ensino, como processo de organização da atividade cognitiva, em estreito vínculo com a atividade de comunicação (processo de socialização) e com a atividade valorativa (formação de valores), permite o desenvolvimento integral da personalidade dos alunos” (NUÑES, 2009, p.64-65).

Durante a realização das atividades diferenciadas na sala de aula, o aluno fica à vontade para usar sua criatividade e poder interagir com seus pares utilizando a imaginação. Para Vygotsky, imaginar é:

Um processo psicológico novo para a criança; representa uma forma especificamente humana de atividade consciente, não está presente na consciência de crianças muito pequenas e está totalmente ausente em animais. Como

todas as funções da consciência, ela surge originalmente da ação. O velho adágio de que o brincar da criança é imaginação em ação deve ser invertido; podemos dizer que a imaginação, nos adolescentes e nas crianças em idade pré-escolar, é o brinquedo sem ação (VYGOTSKY, 2007, p.109).

Além disso, a utilização de estratégias diferenciadas traz à tona um maior interesse e atenção dos alunos. Para Vygotsky (2008), é na idade escolar que a atenção “passa a ser voluntária e depende cada vez mais do próprio pensamento da criança”, isto nos faz refletir sobre a necessidade de buscar novas maneiras de abordar os conteúdos para estas crianças nesta fase de suas vidas.

Além da busca destas novas maneiras de abordar os conteúdos, ao professor cabe também a realização de um bom planejamento de suas atividades, buscando estabelecer os caminhos para que o aluno chegue à aprendizagem. Sobre isso, Nuñez (2009) apresenta a Teoria da Atividade, proposta por Leontiev, que:

Se constitui um recurso metodológico de suma importância para o planejamento de estratégias de ensino e, conseqüentemente, de aprendizagem, pois possibilita uma análise do conteúdo da atividade de aprendizagem ao delimitar a estrutura de seus componentes principais e as relações funcionais que entre eles se estabelecem (NUÑES, 2009, p.70-71).

Para Nuñez (2009), assimilar um conteúdo é um tipo de atividade, e, para que o aluno aprenda, é necessário realizar ações. Segundo ele, toda atividade humana possui “um sujeito, um objeto, os motivos, o objetivo, o sistema de operações, [...] os meios para realizar a ação, as condições para realizar a ação e o produto” (NUÑES, 2009, p.75).

Assim, para realizar uma atividade, primeiro há que se pensar sobre os sujeitos a quem ela vai ser direcionada. O sujeito da atividade refere-se a quem realiza a ação. Nuñez nos ajuda a compreender que:

No caso da atividade de aprendizagem, é o aluno quem realiza as ações para alcançar determinadas transformações em sua personalidade, como consequência dessa atividade, para assimilar um dado conteúdo, para formar novas atitudes, valores, formas de comportamento, etc. [...] No entanto, o sujeito da atividade não é um indivíduo isolado, uma vez que ele tem como base as relações sociais que estabelece com os outros (NUÑES, 2009, p.76).

Nuñez conclui que, durante a aprendizagem, momento em que o aluno forma valores, atitudes, que são uma consequência da própria atividade cognitiva, ele não é só sujeito, é também objeto da atividade.

O objeto da atividade é para onde dirigimos a ação, “constitui a matéria-prima necessária para que o sujeito da atividade possa obter um produto determinado. Nesse sentido, o objeto pode ser também o produto transformado pela atividade” (NUÑES, 2009, p.78).

Os motivos para realizar a ação devem existir no sujeito, pois se não existirem motivos e necessidades não haverá ação por parte do mesmo. O motivo da atividade, segundo Nuñez (2009, p.80), “está relacionado com a satisfação de uma ou várias necessidades”. Além disso, o conceito de atividade está relacionado ao conceito de motivo, pois uma atividade não se realiza sem motivos.

O objetivo, por sua vez, deve coincidir com o motivo. Quando pensamos em uma atividade, idealizamos, em nosso imaginário, onde queremos chegar ao realizar a atividade planejada. Os objetivos orientam as ações do homem em busca de suas metas e, no

caso das atividades na sala de aula, devemos estabelecer e explicitar objetivos de aprendizagem para que o aluno tenha clareza da atividade que irá realizar e possa aprender como atividade consciente. Para Nuñez (2009), muitas vezes, o aluno tem dificuldades para aprender por não saber o que não sabe e o que deveria saber, o que lhe impede de procurar estratégias em busca da construção de novos conhecimentos.

O sistema de operações corresponde, como afirma Nuñez (2009), aos procedimentos, métodos, técnicas, estratégias, para realizar a ação e para a transformação do objeto em produto, ou seja, aos procedimentos que o aluno deve executar na atividade proposta. Grande parte dessas ações são passadas entre gerações e não representam apenas conceitos, são também operações necessárias ao desenvolvimento das atividades.

Os meios para realizar uma atividade dependem da relação do sujeito com o contexto em que está inserido. Segundo Nuñez (2009), essa relação é mediada e caracterizada pelo uso de instrumentos em que estes são auxiliares durante a aprendizagem e medeiam a atividade do sujeito. Nos meios ou instrumentos, está implícita a experiência humana, que contribui para o desenvolvimento das atividades e promove uma interação entre o psíquico e as condições concretas de realização dessas atividades.

As condições, por sua vez, representam o conjunto de situações atreladas ao contexto social em que se realiza a atividade e referem-se às condições ambientais do espaço e ao clima psicológico dos sujeitos da atividade.

O agir com sucesso depende do contexto e também das condições de realização da atividade. Para a psicologia soviética é conhecida a influência das condições e do contexto na atividade de aprendizagem, como espaço de construção de significados e de desenvolvimento da personalidade do aluno. As decisões

práticas e teóricas têm sentido em relação ao contexto no qual se desenvolve a atividade de aprendizagem (NUÑES, 2009, p.86).

Assim, obtemos o produto, que é o resultado das transformações da matéria-prima da atividade (objeto) por meio das ações (procedimentos) realizadas, que podem coincidir com o objetivo da atividade.

O produto pode ser representado por transformações na personalidade do aluno, pela assimilação de conteúdos, formas de agir, pelas atitudes e valores formados, ambos relacionados com as intenções educativas. Para Nuñez (2009), no caso ideal, o objetivo e o produto coincidem, o que nem sempre acontece.

Em nossa pesquisa, investigamos como cada um dos elementos da Teoria da Atividade, elencados por Nuñez (2009), pode contribuir no planejamento de atividades aplicadas em um Clube de Matemática em constituição e, ao mesmo tempo, buscamos compreender como este espaço de aprendizagem pode contribuir na melhoria da aprendizagem dos alunos envolvidos.

Sobre a Metodologia da Pesquisa

A respeito do desenvolvimento da investigação que fizemos, optamos por trabalhar com a pesquisa qualitativa para a coleta e análise dos dados obtidos em nosso Clube de Matemática, pois, conforme Moysés (2012), este tipo de pesquisa vem se voltando para dentro da escola, na busca de capturar os acontecimentos deste ambiente repleto de elementos capazes de construir novos conhecimentos a partir do próprio universo escolar.

Além disso, Borba e Araújo (2012) nos mostram que pesquisas qualitativas nos fornecem informações mais descritivas e buscam o significado das ações.

Assim, em conformidade com Cedro e Moura (2010), realizamos um experimento didático que se apresenta como um dos

possíveis caminhos metodológicos que os jovens pesquisadores em educação matemática podem utilizar para a solução de seu problema de investigação.

Segundo eles, o experimento didático é um método de investigação psicológico e pedagógico que permite estudar a essência das relações internas entre os procedimentos do ensino e o correspondente caráter de desenvolvimento psíquico do sujeito. Um dos pontos-chave desta perspectiva é que ela pressupõe a intervenção ativa do pesquisador nos processos mentais que ele estuda e se caracteriza:

Por uma orientação para os processos apropriados pelos alunos ao internalizar corretamente os conceitos escolares; - Pela natureza longitudinal da investigação; - Pela intervenção do investigador na aprendizagem dos alunos; - Pela constante interação entre as observações coletadas e o planejamento futuro das ações; - Porque os dados são mais qualitativos que quantitativos (CEDRO; MOURA, 2010, p.59. Tradução nossa).

Utilizamos, no decorrer da coleta de dados, os diários de bordo, nos quais registramos todas as discussões ocorridas, e os registros fotográficos. O diário de bordo é, segundo Fiorentini e Lorenzato (2007), um dos instrumentos mais ricos de coleta de informações durante um trabalho de campo. Segundo eles, é no diário de bordo “que o pesquisador registra observações de fenômenos, faz descrições de pessoas e cenários, descreve episódios ou retrata diálogos” (FIORENTINI; LORENZATO, 2007, p.118-119).

Quanto aos registros fotográficos, estes ocorreram como uma forma de captar a disposição dos participantes da pesquisa ao longo do desenvolvimento das atividades, em sua relação com o ambiente, materiais e mobiliários. Isto porque, em um momento posterior, aliados aos registros feitos no diário de bordo, poderiam

permitir uma descrição das características físicas do ambiente e presença de pessoas, além de aspectos relacionados ao modo como se sentem nesse ambiente. Desta forma, devemos acrescentar que as fotografias serviram mesmo como um importante instrumento para coleta de dados, ainda que estas não apareçam em nossas publicações.

O Nosso Clube de Matemática

Nosso Clube de Matemática, conforme apresentamos, foi desenvolvido em uma escola municipal, tendo sido convidados todos os professores a participarem das atividades, mas, por motivos os mais diversos, não participaram.

No entanto, consideramos importante ressaltar o fato de que nosso Clube de Matemática, investigado nesta pesquisa, surgiu por uma necessidade diagnosticada na própria escola e encontrasse em funcionamento, mesmo com recursos limitados, a partir do interesse e ousadia dos envolvidos na proposta.

Além disso, acreditamos que o fato do Clube ser uma iniciativa da própria escola, nele percebemos a possibilidade de uma melhoria significativa na aprendizagem dos conteúdos discutidos.

Ainda, evidenciamos que nossa escola é da rede pública de ensino e enfrenta diversas dificuldades no que se refere à presença dos pais e responsáveis pelos alunos no dia a dia da comunidade escolar, além de fatores externos, como a violência, uma vez que está localizada em uma periferia da capital paraibana. Como forma de reconhecimento da potencialidade do Clube de Matemática pelos demais profissionais da escola, é importante assinalar que conseguimos incluí-lo no Projeto Político Pedagógico (PPP) da escola onde foi desenvolvido.

A escola contexto da pesquisa oferece desde a Educação Infantil até os anos finais do Ensino Fundamental. Inicialmente,

as atividades no Clube de Matemática foram propostas e destinadas a alunos das turmas dos 6º e 7º anos do Ensino Fundamental, pois eram estas as turmas em que o mestrando atuava. No entanto, a partir de nossos convites, alguns alunos de outras turmas deste mesmo nível de ensino se engajaram nas atividades e participaram dos encontros ativamente.

Os encontros foram planejados para acontecer semanalmente, às quintas-feiras, no turno da manhã, horário oposto às aulas regulares, das 8 às 10 horas. Durante as atividades propostas, buscamos criar um espaço de discussão em que todos os integrantes do Clube pudessem estabelecer e registrar suas ideias, satisfações e sugestões, sendo que o professor responsável pelo Projeto na escola atuava como orientador das atividades.

Para a nossa pesquisa, realizamos 10 encontros no segundo semestre de 2015 e outros em 2016. Os participantes eram alunos das turmas dos 5º, 6º, 7º e 9º anos do Ensino Fundamental, contando com a participação de aproximadamente 30 alunos, sendo que a presença de cada membro não era assídua ou regular, uma vez que sempre foi voluntária. Cada um dos alunos participantes dos encontros tornou-se membro do Clube, sendo assim, *sujeito* e *objeto* de nossa pesquisa.

O Quadro 1, a seguir, traz uma síntese das atividades desenvolvidas durante os encontros.

Quadro 1 – Organização dos encontros do Clube investigado durante a pesquisa

Data	Descrição da Atividade	Conteúdo da atividade
29/07/2015	Conhecendo o Clube; Atividade: <i>Tangram por dobraduras</i>	Relações interpessoais e percepção; Composição e decomposição de figuras
12/08/2015	Elaboração do Regimento do Clube	Relações interpessoais; Elaboração e escrita de textos
20/08/2015	Jogo: <i>Bingo matemático</i>	Operações básicas (adição, subtração, multiplicação e divisão)
27/08/2015	Jogo: <i>Labirinto da tabuada</i>	Multiplicação e múltiplos de um número natural

10/09/2015	Construção de sólidos geométricos	Sólidos geométricos
17/09/2015	Jogo: <i>Avançando com o resto</i>	Divisão de números naturais
01/10/2015	Problema: <i>Indo à feira</i>	Adição e subtração de números decimais
08/10/2015	Jogo: <i>Trilha dos números inteiros</i>	Adição e subtração de números inteiros
19/11/2015	<i>Problema do caramujo</i>	Expressões numéricas com decimais; Sistema de medidas
03/12/2015	<i>Jogo da divisão</i>	Multiplicação e divisão de números naturais
19/05/2016	Problema: <i>Seu Mujo em apuros</i>	Expressões numéricas com decimais; Sistema de medidas

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tais encontros não tinham um lugar específico para ser realizado devido à estrutura física da escola e pela necessidade de cada atividade e, portanto, foram realizados encontros em salas de aula comuns, na sala de vídeo e TV e na sala de leitura da escola. O objetivo em um espaço de aprendizagem como nosso Clube não reside no espaço físico que ele possa ocupar, mas em um espaço de discussão em que os integrantes possam interagir para construção do conhecimento matemático.

Como sinalizado na introdução, apresentamos, a seguir, a atividade Problema do Caramujo, aplicada em dois momentos distintos de nossa pesquisa, relatando e discutindo os acontecimentos e seus desmembramentos pedagógicos.

O Problema do Caramujo: Reflexão em dois Momentos

Apresentamos aqui o Problema do Caramujo aplicado em dois momentos distintos e com redações também distintas, buscando o aprimoramento da pesquisa e a melhoria da prática nas atividades do Clube. Optamos pela apresentação deste problema, em dois momentos, para ilustrar a nossa discussão teórica como análise das atividades desenvolvidas ao longo da pesquisa.

Salientamos que, em todo o nosso texto, os termos *sujeito*, *objeto*, *motivos*, *objetivo*, *sistema de operações*, *meios*, *condições* e

produto estão referenciados por Nuñez (2009), conforme discutidos acima, e, por isso, aparecem destacados em *itálico*.

Problema do Caramujo – Primeiro Momento

Em nosso nono encontro, realizado no dia 19 de novembro de 2015, estudamos o *Problema do Caramujo*, extraído do *blog* Clubes de Matemática da OBMEP. O problema pode possibilitar a aplicação do conceito de expressões numéricas com números decimais, nosso *objeto* da atividade, e, ainda, pode resultar em outras formas de representação da solução, inclusive de maneira geométrica. Para este encontro, *objetivamos* explorar o conteúdo referente a expressões numéricas por meio de uma situação-problema.

Iniciamos este encontro organizando a sala de aula que foi disponibilizada para a realização do mesmo. Tal ambiente encontrava-se com vários papéis jogados pelo chão e as carteiras totalmente desorganizadas, configurando-se como uma interferência nas *condições* que havíamos imaginado e que dispúnhamos para realizar nossa atividade.

Vale salientar que é comum encontrarmos as salas de aula desta maneira, inclusive para as aulas regulares entre os turnos. Todos nós, integrantes do Clube, tratamos de organizar as carteiras, buscando melhorar o ambiente em que estaríamos realizando a atividade.

Assim, as carteiras foram organizadas, com a participação de todos os integrantes presentes, nossos *sujeitos*, de modo que todos pudessem discutir com seus colegas as estratégias para solucionar o problema proposto na atividade, formando uma grande mesa de discussão.

Em seguida, pedimos que fizessem uma leitura silenciosa do problema e, posteriormente, fizemos alguns questionamentos, instigando-os à interpretação adequada da situação, já em busca de caminhos que poderiam ser seguidos para se chegar à solução do problema, estabelecendo nosso *sistema de operações*.

O Problema do caramujo foi proposto como apresentado na figura a seguir. Durante o encontro, os alunos utilizaram a atividade xerocopiada, lápis e borracha como *meios* para realizar a atividade.

O gavião caramujeiro recebe esse nome por se alimentar quase que exclusivamente de caramujos, podendo também caçar caranguejos de água doce quando a oferta de alimento é reduzida.

Um caramujo conseguiu escapar do gavião, mas caiu em um poço de 19 metros de profundidade. Depois de recobrar-se da queda durante a noite, ele começa sua subida no início do dia seguinte.

Se durante o dia o caramujo sobe quatro metros, mas durante a noite escorrega um metro e meio, quanto tempo o caramujo levará para sair do poço?



Fonte: Clubes de Matemática da OBMEP
Disponível em: <http://clubes.obmep.org.br/blog/biblioteca-sala-de-problemas-probleminhas/>
Acessado em: 18 jul. 2015

Figura 1 – Problema do caramujo discutido no nono encontro

Fonte: Arquivo dos autores.

Neste encontro, dois integrantes do Clube representaram a medida de dois metros e meio, que o caramujo subia ao fim do dia, por 2,30, sendo que o segundo já concluiu que, em dois dias, ele subia 4,60, como está ilustrado na figura a seguir. Supomos que estes integrantes faziam confusão entre esta medida e a unidade de medida de tempo, em que meia hora equivale a 30 minutos.

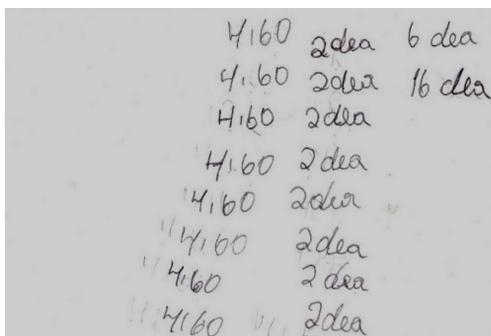


Figura 2 – Solução apresentada por um dos integrantes do Clube

Fonte: Arquivo dos autores.

Quando questionados a este respeito, estes integrantes não souberam responder qual a justificativa para esta representação e apenas retrucaram perguntando: “E não é assim?”.

Na expectativa de sanar esta e outras dificuldades, passamos a intervir rerepresentando o metro como unidade de medida de comprimento, seus múltiplos e submúltiplos, evidenciando a importância dos números decimais nesta representação.

A figura a seguir mostra que um dos integrantes representou à medida que o caramujo subia ao fim de um dia corretamente, no entanto não conseguiu chegar à conclusão esperada, afirmando que deveria acrescentar mais dias, além dos sete dias calculados.

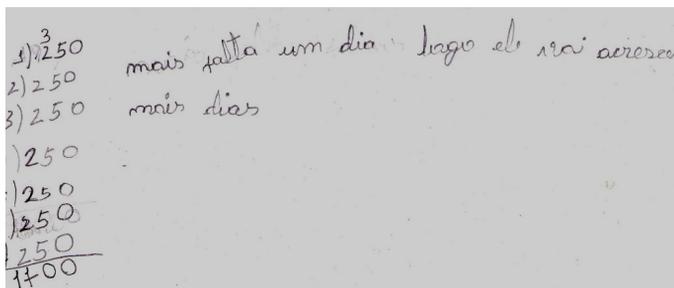


Figura 3 – Solução apresentada por um dos integrantes após as intervenções
Fonte: Arquivo dos autores.

Todos os desdobramentos desta atividade nos fizeram pensar nos *motivos* para a realização de atividades investigativas no Clube de Matemática, mas também em nossas aulas regulares. Quando os alunos, em geral, se deparam com esse tipo de atividade sentem muitas dificuldades na exploração, pois estão acostumados com questões com enunciados simples, como “resolva” ou “encontre”, não sendo comum a aplicação de atividades em que são requeridos a refletir em busca da solução para as mesmas.

Por fim, verificamos que nenhum dos integrantes do Clube conseguiu êxito na justificativa para solucionar o problema, sendo necessário que realizássemos uma justificativa escrita e oral para o mesmo. No entanto, entendemos que conseguimos evidenciar a necessidade de reflexão e participação ativa na busca da solução para atividades investigativas e a maioria dos integrantes demonstrou entendimento sobre esta questão, além da compreensão da solução apresentada.

Como os alunos não tiveram um bom envolvimento e participação na busca da solução para o problema proposto, optamos por reaplicar este problema na volta das atividades do Clube de Matemática no ano de 2016, como relatado a seguir.

Seu Mujo em Apuros – Segundo Momento

Já na volta das atividades do Clube de Matemática para o ano de 2016, no dia 19 de maio, reaplicamos a atividade *Problema do caramujo*, com um novo nome e com modificações no enunciado.

A atividade *Seu Mujo em apuros* é proposta por meio de um enunciado que situa o aluno a buscar na imaginação, discutida por Vygotsky (2007), subsídios para tentar solucionar o problema vivenciado por *Seu Mujo* e responder o que se pede na atividade.

Os *motivos* que permearam a atividade desenvolvida neste encontro residiram na possibilidade de aprimoramento da pesquisa e na melhoria da prática nas atividades do Clube.

Propomos a seguinte atividade:

O gavião Caramujeiro se alimenta quase que exclusivamente de caramujos, o que faz da vida de Seu Mujo uma luta diária pela sobrevivência. Certa tarde, estavam Seu Mujo, e toda sua turma, a passear pelo bosque quando de repente avistaram o gavião Caramujeiro.

Sempre que isso acontece, todos ficam aflitos correndo desorientados à procura de um lugar seguro para se abrigar. Neste dia, algo diferente aconteceu. Depois de muita correria e desespero, todos conseguiram se abrigar, entretanto ninguém sabia onde estava Seu Mujo.

Todos ficaram tristes, pois acreditavam que o gavião Caramujeiro havia capturado seu amigo e dele tinham feito um belo lance. Mas, eles não sabiam que Seu Mujo tinha escapado caindo dentro de um poço de 19 metros de profundidade.

Logo que recuperado do susto e da queda durante a noite inteira, Seu Mujo tentara logo escalar a parede do poço para encontrar seus amigos.

Durante o dia, Seu Mujo conseguiu escalar quatro metros, mas logo viu que a noite a parede ficara escorregadia e por mais que tentasse, ele acabava escorregando um metro e meio. No entanto, ele não desanimava, pois a vontade de rever seus amigos ficava sempre maior e isto fazia com que se mantivesse forte na escalada diária.

Seus amigos a cada dia ficavam mais tristes com sua suposta captura e a ideia de nunca mais ver Seu Mujo. Mas certo dia, Seu Mujo retorna ao rio onde estavam acostumados a se divertir, reencontrando seus amigos.

Seu Mujo caiu no poço no domingo, 02 de julho, quando Seu Mujo conseguiu sair do poço e rever seus amigos? (Registre todos os procedimentos que você realizar para chegar à solução!).

Inicialmente, ao chegamos à sala de aula disponível para uso, checando as condições para a realização da atividade, vimos que estava suja e desorganizada. Tratamos de melhorar a organização da sala com a ajuda dos integrantes do Clube, nossos *sujeitos* na

atividade. O apoio de toda a escola para a realização das atividades do Clube de Matemática é essencial para um bom andamento das mesmas.

Em seguida, entregamos a atividade xerocada na escola, lápis para que realizassem seus registros, os *meios* para a realização da atividade e, dentro de nosso *sistema de operações*, pedimos que fizessem uma leitura silenciosa da atividade. Esperamos até que os cinco participantes fizessem essa leitura com calma para entender de que se tratava. Daí, ao fim da leitura, tentamos instigá-los a contar o contexto proposto no enunciado por meio de questionamentos. Um dos alunos presentes logo questionou:

– Isso aqui é uma história de superação, não é professor?

Nesse momento, concordamos, mas deixamos o aluno à vontade para completar suas ideias, o que logo ocorreu:

– Superação sim, porque Seu Mujo, ao invés de desistir, ficou pensando em seus amigos e nos momentos que ficavam se divertindo, e conseguiu subir a parede do poço.

Neste momento, aproveitamos para mostrar a importância de atitudes como a de Seu Mujo, de não desistir facilmente de seus objetivos, mostrando aos alunos as possibilidades que eles podem ter, desde que continuem os estudos e se dediquem a ter um bom futuro em uma profissão de sucesso.

Com esta atividade, tínhamos por *objetivo* explorar o conteúdo referente a expressões numéricas com números decimais, nosso objeto da atividade, por meio de uma situação-problema. Além disso, almejávamos despertar conteúdos atitudinais, sendo logo evidenciado no discurso de um de nossos integrantes, como citado anteriormente.

Ainda durante esse momento de explanação do enunciado, com base em nossas indagações, os alunos foram questionados sobre a inclinação da parede do poço que Seu Mujo deveria escalar. Um dos integrantes logo exclamou: “Cilindro!”. A resposta dada pelo aluno mostra o conhecimento referente aos sólidos geométricos, mais especificamente o cilindro, em que o aluno faz relação com o formato do poço, comumente visto em nossa região, chamado de poço amazonas.

Completada a leitura compartilhada do enunciado, nossa segunda tarefa nesta atividade, pedimos que os alunos se reunissem para discutir estratégias para resolução do problema proposto. Esclarecemos que, se as ideias não coincidissem, não haveria problema, pois cada um poderia expor a sua forma de resolução até que chegássemos à solução adequada.

As ideias foram surgindo, mas não enxergávamos um caminho seguido pelos alunos. No entanto, deixamos todos à vontade nas discussões e, em alguns momentos, vários questionamentos apareciam. Um dos integrantes presentes questionou qual o dia em que o caramujo iniciou sua jornada de subidas. Pedimos que fizesse uma releitura do enunciado e ele logo entendeu que tinha sido na segunda, pois o caramujo caiu no domingo e passou a noite descansando do susto.

Respostas aleatórias foram aparecendo. Alguns dos alunos não tentaram esboçar uma estratégia, esperando a resposta de seus colegas. Na expectativa de instigá-los, sugerimos que poderiam tentar por meio de uma representação geométrica da situação, desenhando o poço e fazendo o percurso percorrido pelo caramujo em cada dia.

Algumas tentativas foram aparecendo, mas sem nenhuma explicação. Representações geométricas baseadas em informações do enunciado e respostas aleatórias, como as da figura a seguir.

na volta do intervalo, os alunos se depararam com a representação de uma reta vertical no quadro da sala de aula. A reta apresentava uma divisão em escala de meio em meio metro, em cores diferentes. As medidas inteiras em azul e as decimais em preto.

Um dos alunos, ao ver a representação, pediu para realizar uma experimentação no quadro. Pedimos, então, que ele realizasse explicando suas estratégias aos colegas e que todos os integrantes ficassem atentos às mesmas e sugerissem mudanças caso ele se equivocasse no decorrer da resolução. Este integrante seguiu sua explicação auxiliado pela representação geométrica no quadro.

O aluno fazia seus registros e nos falava:

– Ele sai do fundo do poço, do 0 (zero). Subiu quatro metros, desceu um e meio. Ficou no dois e meio. Primeira rodada. Subiu quatro, desceu dois e meio, ficou no cinco. Segunda rodada, dia 4. Subiu quatro, desceu um e meio. Tá no sete e meio. Dia 5. Subiu quatro, desceu um e meio. Dia 6 tá no dez. Pra chegar no dia 7, a quinta rodada, sobe quatro, desce um e meio e fica no doze e meio. No oitavo dia, sobe quatro, chega no dezesseis e meio e desce um e meio, fica no quinze, na sexta rodada. E, pra terminar, no dia 9 de julho, na sétima rodada, sobe quatro para chegar na borda do poço. Como o professor explicou, ele não seria besta de esperar anoitecer para descer e foi logo saindo!

A rodada à qual o aluno se referiu é cada dia de trabalho do caramujo. A cada uma delas, ele vai somando um à data que iniciou a subida, no dia 3 de julho. A seguir apresentamos a representação feita pelo aluno que justificou sua estratégia aos colegas durante a explanação, aceita por todos como correta.

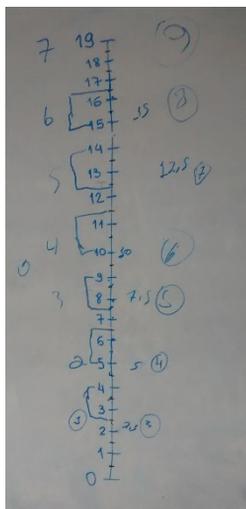


Figura 5 – Marcação da solução encontrada para a atividade
Fonte: Arquivo dos autores.

Feliz com a justificativa do aluno, mas sabendo do potencial dos demais integrantes do Clube, continuamos a instigá-los a buscarem outras maneiras de chegarem à solução, questionando se não teria como eles mostrarem a mesma solução de outras maneiras, inclusive “fazendo contas, por meio da aritmética, por exemplo”.

O mesmo aluno iniciou a investigação realizando, inicialmente, uma subtração dos 4 metros subidos durante o dia do 1,5 metro escorregado durante a noite, o que ele continuou chamando de primeira rodada. Em seguida, adicionou 4 metros ao resultado desta subtração, chegando a 6,5 metros que teria, posteriormente, subtraído 1,5 metros chegando a 5 metros.

Sugerimos que outro integrante pudesse continuar a atividade. Logo fomos atendidos por dois alunos que concluíram o procedimento com sucesso, explicando aos colegas cada operação

realizada. Na figura a seguir, expomos a solução feita por eles no quadro da sala de aula.

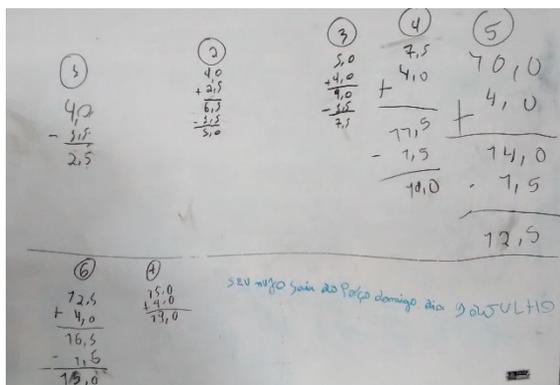


Figura 6 – Solução aritmética construída pelos alunos, membros do Clube
Fonte: Arquivo dos autores.

Foi feito um fechamento da atividade, retomando o enunciado e verificando a data em que o caramujo chegou ao topo do poço, conseguindo encontrar seus amigos. Conseguimos verificar, como *produto*, um avanço significativo no que se refere às estratégias utilizadas pelos alunos em suas soluções, comparando-se à aplicação da mesma atividade no ano anterior. Além disso, um melhor planejamento da mesma possibilitou uma postura diferenciada dos alunos que identificaram aspectos emocionais em uma atividade matemática apenas por uma mudança no enunciado do problema proposto.

Quando reaplicamos o *Problema do caramujo*, pensamos que este problema poderia ocasionar reflexões importantes relativas aos conteúdos matemáticos e atitudinais revelados durante a reaplicação e relatados anteriormente. Os integrantes do Clube, nossos *sujeitos*, realizaram as investigações necessárias à solução do problema, instigados por sentimentos alheios à Matemática.

Além disso, percebemos um avanço considerável nas estratégias de resolução utilizadas, possibilitando mais de uma representação para a solução do problema, aspecto relevante para aprendizagem matemática nos diversos espaços de aprendizagem.

Algumas Considerações

A experiência de criação de um Clube de Matemática nos mostrou que constituir um espaço de aprendizagem como este dentro da realidade de uma escola pública não é uma tarefa fácil, ainda mais se for um projeto de curto prazo. Após todos os encontros realizados com os integrantes, nossos *sujeitos*, ficou evidente que os mesmos podem interagir mais nas atividades, inclusive propondo temáticas e conteúdos para discussão. No início de tudo, havíamos proposto que, em nossos encontros, poderiam e deveriam contribuir trazendo atividades, curiosidades, desejos e anseios para discussão neste espaço, o que pouco aconteceu.

Além disso, temos a certeza de que o apoio dos demais profissionais da escola para a realização dos encontros do Clube de Matemática apresenta-se como fator essencial para um bom andamento das atividades. Durante a realização dos encontros, percebemos algumas limitações no que se refere ao apoio da gestão escolar, dos colegas professores e funcionários em geral para o desenvolvimento das atividades. Isto certamente influenciou o desenvolvimento das mesmas, uma vez que, para que as atividades possam acontecer a contento, as *condições* físicas e emocionais de todos devem ser as melhores.

Desde o apoio da gestão, necessário para que pudéssemos realizar a pesquisa e as atividades, observamos que a falta de limpeza das salas de aula regularmente afastava os alunos das atividades do Clube, uma vez que sempre o ambiente de realização das atividades não era convidativo aos mesmos. Por diversas vezes,

o ambiente onde realizamos nossas atividades era decidido por conveniência da gestão, pois as chaves de alguns espaços da escola nunca se encontravam na mesma.

Quanto ao planejamento e execução dos encontros, observamos que muito do que acontece depende do envolvimento dos integrantes do Clube, com a interferência dos *meios* utilizados nas atividades. Em alguns encontros, trabalhamos com material limitado apenas com cópias das atividades cedidas pela escola, sendo necessário que comprássemos lápis, borrachas e outros materiais para sua realização.

A real *motivação* para a constituição de um Clube de Matemática na escola permeia aspectos voltados à aprendizagem dos alunos pelas necessidades observadas na prática das aulas nas séries regulares de cada um dos integrantes do Clube, visto que o pesquisador atua como professor da maioria deles.

Percebemos que, ao ver esta iniciativa, outros professores se mostraram interessados, estimulando seus alunos a participarem dos encontros do Clube de Matemática, buscando o mesmo objetivo, que reside na melhoria do desempenho dos mesmos na disciplina de Matemática. No entanto, nosso desejo é que estas iniciativas possam ser compartilhadas para que, assim, possamos realizar trabalhos em regime de colaboração, principalmente entre professores, na expectativa de engrandecer nosso Clube e a aprendizagem dos seus integrantes.

Percebemos, também, a importância de repensar a maneira como trabalhamos os conceitos abstratos em nossas salas de aula e defendemos que estas atividades não se restrinjam ao espaço do Clube e possam ser realizadas nas aulas regulares, como fazemos.

Já cientes de que esta tarefa é árdua e isolada, uma vez que desenvolvemos este projeto com a autorização, mas sem um suporte material e de apoio adequado para os encontros e atividades, sem a interação com outros professores, inclusive dos

anos iniciais do Ensino Fundamental. Como recebemos alunos do 5º ano, percebemos que um maior envolvimento da comunidade escolar em geral traria um maior envolvimento dos alunos no desenvolvimento das atividades do Clube.

Acreditamos que as atividades desenvolvidas no Clube de Matemática contribuíram de maneira significativa e determinante para a implementação e consolidação do mesmo em nossa escola. Este fato aparece, principalmente, quando vemos a participação dos mesmos integrantes nas atividades do ano de 2016, sempre trazendo novos a participar de nossos encontros.

Pensar em cada um dos elementos da Teoria da Atividade ao planejar os encontros do Clube de Matemática, nosso espaço de aprendizagem nos faz entender que cada um deles pode contribuir para o aprimoramento de nossas atividades, pois os mesmos nos auxiliam como guia para estabelecermos desde o objetivo almejado e, conseqüentemente, o produto que esperamos colher.

Após a análise das atividades segundo o nosso referencial teórico, acreditamos ter alcançado nosso objetivo, uma vez que durante os encontros do Clube nossos *sujeitos* se tornaram *objetos* e atuaram de modo determinante para a implementação e consolidação do nosso Clube de Matemática. Este espaço não existiria sem a participação dos mesmos.

Buscamos a possibilidade de um trabalho dinâmico, atrativo e diferenciado, na busca de um maior interesse durante as atividades desenvolvidas e uma aprendizagem efetiva na expectativa de contribuir para a melhoria no desempenho escolar dos alunos integrantes do mesmo.

Ao longo da pesquisa, planejamos atividades que envolvessem conteúdos matemáticos que consideramos essenciais à aprendizagem matemática dos estudantes, pensando, também, nos espaços e materiais, disponibilizados para a realização das atividades que foram suficientes e adequados, sendo necessárias poucas adequações e modificações.

Quanto à interação dos integrantes, ficou evidente a mudança no que se refere à participação de todos nas atividades propostas. As indagações e questionamentos, evidenciados pela exposição de suas ideias e opiniões, possibilitaram-nos chegar a esta conclusão.

Percebemos que são necessários interesse e ousadia para o desenvolvimento e permanência de um projeto como este em escolas da rede pública de ensino, ainda mais como um projeto que surge por iniciativa de um professor que atua na própria escola, sem apoio de instituições e autarquias externas às quais a escola está vinculada.

Como resultado, verificamos a possibilidade concreta de implementação e consolidação de espaços de aprendizagem em escolas da rede pública de ensino, como nosso Clube de Matemática, e que o apoio de toda a comunidade escolar pode facilitar e engrandecer o trabalho e favorecer a participação de um maior número de alunos. Isto representa um significativo avanço nas aulas de Matemática, pois os alunos podem desenvolver iniciativa de estudos extraclasse, fato pouco comum entre nossos alunos, além de atitudes críticas perante situações diversas, sobretudo, participação ativa nas atividades desenvolvidas na escola.

Referências

BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. **Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática**. 4. ed. rer. ampl. – Belo Horizonte: Autêntica editora, 2012.

CEDRO, W. L. (org.) **Clube de Matemática: vivências, experiências e reflexões**. 1. ed. Curitiba, PR: CRV, 2015.

_____. **Os espaços de aprendizagem e as atividades de ensino:** O Clube de Matemática. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Educação – Universidade de São Paulo, 2004.

CEDRO, W. L.; MOURA, M. O. Experimento didático: un camino metodológico para la investigación en la educación matemática. **Revista Iberoamericana de Educación Matemática**, Número 22, páginas 53-63. 2010.

Clubes de Matemática da OBMEP. Disponível em: <<http://clubes.obmep.org.br/blog/biblioteca-sala-de-problemas-probleminhas/>>. Acessado em: 18 fev. 2016.

DINIZ, José Márcio S. R. **A constituição de um clube de matemática em uma escola pública:** algumas reflexões por meio da teoria da atividade. Campina Grande, PB: UEPB, 2017. Dissertação (Mestrado).

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em Educação Matemática:** percursos teóricos e metodológicos. 2. ed. rev. Campinas - SP: Autores Associados, 2007.

Laboratório de Estudos e Pesquisa da aprendizagem Científica (LEPAC). Disponível em: <<http://www.mat.ufpb.br/lepac/frame.htm>>. Acessado em: 11 mar. 2016.

LEONTIEV, A. **O desenvolvimento do psiquismo.** 2. ed. São Paulo: Centauro, 2004.

MORGADO, J. Para a história da Sociedade Portuguesa de Matemática. In: **NONIUS – Arquivo Eletrônico de Matemática**, 1995. Disponível em: <<http://www.mat.uc.pt/~jaimecs/hspm/X0017.html>>. Acessado em: 15 mar. 2016.

MOYSÉS, L. **Aplicações de Vygotsky à Educação Matemática**. 11ª ed. Campinas: Papiros, 2012. (Coleção Magistério: Formação e Trabalho pedagógico).

NUÑES, I. B. **Vygotsky, Leontiev e Galperin: Formação de conceitos e princípios didáticos**. Brasília: Liber Livro, 2009.

VAZ, H. G. B. **A Atividade Orientadora de Ensino como organizadora do trabalho docente em matemática: a experiência do Clube de matemática na formação de professores dos anos iniciais**. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Educação – Universidade Federal de Santa Maria, 2013.

VYGOTSKI, L. S. **A formação social da mente: desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. Trad. José Cipolla Neto, Luís Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. 7ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

_____. **Pensamento e linguagem**. Trad. Jefferson Luiz Camargo; revisão técnica: José Cipolla Neto. 4ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

Parte III

SOBRE FORMAÇÃO DOCENTE EM ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA



8



FORMAR PROFESSORES REFLEXIVOS: UMA EXPERIÊNCIA POSSÍVEL?

Aline de Souza Janerine
Ana Luiza de Quadros

Introdução

A contemporaneidade tem exigido do professor esforços no sentido de produzir aprendizagens com seus estudantes, diante de tantos problemas sociais, estruturais, econômicos e outros que parecem se impor nas nossas escolas. Para enfrentar esse desafio, o professor precisa ser constantemente criativo, usar de estratégias variadas para envolver os estudantes com o conteúdo e tomar decisões que o permitam conduzir adequadamente a aula. Diante desse contexto, refletir sobre a própria prática docente tem se mostrado necessário, já que essa reflexão pode auxiliar na tomada de decisões sobre a docência. Apesar de termos ciência de que a reflexão sobre a própria prática perpassa pela melhoria das condições gerais de trabalho de professor, sabemos que passa também pela formação inicial. Se almejamos a

presença de um profissional na escola que reflita e transforme a própria prática, sempre que isso se mostrar necessário, é indicado que a formação também seja pautada pela reflexão. Assim nos baseamos em Schön (2000) e Nóvoa (2009) para tratar do processo reflexivo, procurando valorizar a indissociabilidade entre os saberes teóricos e a prática docente durante a formação inicial.

Neste artigo, acompanhamos a prática docente de um grupo de professores em formação que desenvolveu um conjunto de aulas de Química em escolas públicas da cidade de Diamantina, interior de Minas Gerais. Essas aulas foram analisadas em conjunto pelos pesquisadores e pelos próprios licenciandos, com a intenção de refletir sobre as próprias ações em sala de aula. O objetivo foi analisar como essa reflexão contribui para o entendimento do papel do professor em sala de aula.

Referencial Teórico

Ao argumentar sobre um tempo de muita inovação discursiva e de pouca mudança concreta na ação dos professores e na formação docente, Nóvoa (2009, p.13) afirma que estamos vivendo uma espécie de “consenso discursivo” e que esse excesso de discursos acaba por esconder uma grande pobreza de práticas.

Nóvoa (2014) reforça a ideia de que ser professor não significa exercer um cargo técnico ou estar em uma profissão pautada pela racionalidade técnica. Para ele, não há solução racional ou objetiva quando se trata de ensinar. Pérez Gómez (1995, p.96) afirma que o professor como técnico-especialista tem suas raízes “na concepção epistemológica da prática herdada do positivismo, que prevaleceu ao longo de todo o século XX, servindo de referência para a educação e socialização dos profissionais em geral e dos docentes em particular”. Esse pesquisador considera, ainda, “a concepção de ensino como intervenção tecnológica”, “a concepção do professor como técnico” ou até mesmo a “formação de

professores por competências” como “indicadores eloquentes da amplitude temporal e espacial do modelo de racionalidade técnica” (PÉREZ GÓMEZ, 1995, p.98). Para ele, a racionalidade técnica na formação de professores é portadora de diversos limites e lacunas e não tem mais espaço na contemporaneidade.

Em oposição à racionalidade técnica na formação de professores, surge o conceito de professor reflexivo. É possível que esse conceito tenha suas raízes nos estudos de John Dewey e na sua proposta de aprendizagem por meio do fazer, ou seja, no ensino por projetos que demandam o envolvimento total do aprendente. O professor reflexivo tem dois representantes que consideramos neste trabalho: Donald Schön e Antônio Nóvoa, embora a discussão sobre a reflexão na atividade docente tenha inúmeros seguidores e inúmeros críticos.

Para tratarmos do conceito de reflexão ou da cultura reflexiva, consideramos, primeiramente, o autor destacado na literatura: Donald Schön. Segundo Fontana e Fávero (2013, p.3), “Schön inspirou toda uma geração de pesquisadores brasileiros a propor, também para os professores, um novo modelo de formação profissional, baseado na reflexão sobre a prática”.

Ao publicar o livro *Educating the Reflective Practitioner*, em 1987, Schön ampliou o conceito de reflexão-na-ação, que já havia desenvolvido em obra anterior. Usando a formação em alguns cursos superiores como ponto inicial para seus estudos e tendo uma forte influência da obra de John Dewey (1959), Schön trouxe para a discussão a situação então vigente e as perspectivas da educação profissional, o que muito contribuiu para dar visibilidade às teorias sobre a epistemologia da prática. Foi argumento central nos seus estudos que um profissional capaz de refletir, na ação, sobre sua prática profissional, apresenta condições de tomar as melhores decisões e aprimorar seu desempenho.

Os estudos de Schön (2000), centrados na prática reflexiva, visando à formação de um profissional reflexivo, tratam de três

tipos distintos de reflexão: a reflexão sobre a ação (ou conhecimento na ação), a reflexão na ação e a reflexão sobre a reflexão na ação. Como estamos tratando da formação de professores, vamos sintetizar esses tipos de reflexão já pensando no profissional professor.

A reflexão sobre a ação refere-se “a observações e reflexões do docente em relação ao modo como ele se desloca em sua prática” (FEITOSA e DIAS, 2017, p.17). Ao tomar consciência das ações que desenvolve em sala de aula, o professor pode ser conduzido a mudar sua prática, buscando outros caminhos para a produção de aprendizagens. Se ele olhar criticamente para o que aconteceu em sua aula, é possível que venha a elaborar novas estratégias, principalmente se esse olhar for ancorado por teorias de ensino e aprendizagem.

A reflexão na ação acontece, como o nome já sugere, durante a realização da ação. Portanto, ela trata de um saber que já está presente e que deu origem às ações realizadas. Por meio dessa reflexão, o professor constrói novos saberes, “tornando-se um profissional maleável e acessível aos desafios impostos pela complexidade da interação com a prática, criando estratégias para potencializar a reflexão na ação” (FEITOSA e DIAS, 2017, p.17). A dinamicidade da atividade docente torna a reflexão na ação difícil de ser descrita.

Por sua vez, a reflexão sobre a reflexão na ação considera um processo reflexivo já instaurado e se dá após a ação reflexiva do professor. Nesse caso, o professor reconstrói, mentalmente, a ação, com o intuito de analisá-la, percebendo o que ocorreu antes e depois da ação e como os “problemas” surgidos foram solucionados.

Entendemos, então, que o princípio da aprendizagem reflexiva, proposto por Donald Schön (2000), ressalta a necessidade de formar profissionais que saibam refletir sobre a própria prática, na expectativa de que essa reflexão se torne um instrumento de

desenvolvimento do pensamento e da ação. Portanto, a reflexão, no caso do professor, deve estar ancorada em teorias de ensino e aprendizagem.

Pimenta (2002) afirma que, após a publicação do livro *Educating the Reflective Practitioner*, as pesquisas sobre a prática reflexiva proliferaram, tanto na formação inicial quanto na formação continuada de professores. Com isso, críticas também surgiram. Ela afirma que essas críticas se centraram em: (a) Schön considerou a atividade reflexiva como um processo solitário e isolado do processo, o que certamente cria um grave problema, pois essa situação impossibilita um diagnóstico real da situação; e (b) a proposta de professor reflexivo estaria centrada apenas na atividade em si, sem levar em consideração a dimensão contextual que cerca a atividade docente.

Embora consideremos as críticas, ressaltamos que, em contraposição à racionalidade técnica na formação de professores, está a certeza de que ser professor vai, sempre, depender do contexto. Nesse sentido, o que se faz em uma sala de aula pode não servir para a sala de aula seguinte ou a solução de um problema em uma escola pode não ser a mesma em outra escola, embora o problema seja um só. A docência, portanto, tem muito de imprevisível, de relacional, de humano. É para lidar adequadamente com a docência que Nóvoa (2007) argumenta sobre a necessidade de disposições reflexivas, seja na formação inicial, na formação continuada ou na experiência profissional. Essa reflexão pode auxiliar o professor no dia a dia pedagógico e permitir a ele responder adequadamente a cada situação que se lhe impõe no seu ofício diário.

Em seu livro *Professores: imagens de um futuro presente*, mais precisamente no capítulo 2, Nóvoa (2009) faz um ensaio sobre a necessidade de uma formação de professores construída dentro da profissão. Ao retomar a responsabilidade do professor na construção de práticas docentes que conduzam os estudantes à

aprendizagem, ele traz para a discussão cinco disposições que são essenciais à definição do que é necessário a um “bom professor”, nos dias atuais: o conhecimento, a cultura profissional, o tato pedagógico, o trabalho em equipe e o compromisso social.

Essas cinco “disposições” o levam a elaborar uma proposta generalista para a formação de professores. Nessa proposta, a formação assume um forte componente de prática, com estudos de casos concretos envolvendo a aprendizagem dos estudantes, investidos de pontos de vista teóricos e metodológicos, que levariam a uma construção de conhecimentos sobre a docência. E argumenta, ainda, que a formação de professores deve passar para “dentro” da profissão, de forma a propiciar ao professor em formação a aquisição da cultura profissional. Nesse caso, os professores mais experientes teriam papel central na formação dos mais jovens. Nóvoa fala, também, de uma atenção à dimensão pessoal e, nesse sentido, propõe trabalhar a capacidade de relação e de comunicação, que auxiliarão na construção do tato pedagógico. Também trata da valorização do trabalho em equipe e dos projetos educativos. Ao alertar que as escolas se comunicam mal com seu exterior, Nóvoa (2009) insere nessa formação o princípio de responsabilidade social do professor. Segundo ele, a sobrevivência da profissão depende da qualidade do trabalho interno nas escolas e da sua capacidade de intervenção no espaço público da educação.

Embora Nóvoa (2014) defenda que a formação de professores seja construída dentro da profissão, julgamos que o componente curricular “prática de ensino”, da maneira como acontece em nossos cursos de formação de professores, pode contribuir com essa formação, servindo de lócus para que o professor possa ser ensinado a refletir sobre a sua própria prática à luz de teorias de ensino e aprendizagem. Assim, analisamos, neste trabalho, como a reflexão coletiva e individual sobre a própria prática contribui para o entendimento do papel do professor em sala de aula.

Procedimentos Metodológicos

Com um grupo de quatro licenciandos em Química, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, foi planejado um conjunto de aulas pautadas no tema “Água”, dividido em quatro subtemas: o ciclo da água, a água na natureza, os modelos de ligações químicas e a água e a fotossíntese. O terceiro subtema (assim o chamamos, apesar de não ser temático) foi planejado em função da percepção da dificuldade dos estudantes em pensarem algumas substâncias químicas e, entre elas, a própria água, em termos de ligações que essas substâncias estabelecem.

Os temas ciclo da água (QUADROS, 2016), água na natureza (QUADROS; SILVA, 2016) e água e a fotossíntese (QUADROS; SILVA; SILVA-MARTINS, 2016) já estavam disponíveis aos licenciandos na forma de material didático. No “ciclo da água” as mudanças de fase e os conceitos de evaporação, condensação e precipitação foram discutidos. Também foram objeto de discussão os conceitos de Temperatura de Fusão e Ebulição, pressão atmosférica, pressão de vapor, ponto tríplice e o respectivo diagrama de fases, entre outros. Em “água na natureza” foram explorados os conceitos de densidade e solubilidade, a condutividade elétrica e as águas deionizadas, destiladas, doces e salgadas. No terceiro subtema, a ligação química como modelo que explica a propriedade de condutividade elétrica foi explorada. Além disso, os íons, as interações entre eles e a solubilidade das substâncias foram bastante discutidos. O quarto subtema, por sua vez, tratou do fenômeno da fotossíntese. Para isso, foram estudados a energia de ligação, a respiração, os conceitos de nutrição, nutriente, alimento e íons e, ainda, as reações químicas que acontecem na planta, a partir da glicose.

Os licenciandos desenvolveram essas aulas em três escolas públicas de Diamantina/MG, durante o primeiro semestre de 2017, na disciplina de Química. Foram desenvolvidas, ao todo, 16

horas-aula em cada uma das três turmas participantes. As aulas foram filmadas e analisadas inicialmente pelas pesquisadoras. A partir dessa primeira análise, selecionamos fragmentos de vídeos que fossem representativos da prática docente de cada um dos licenciandos. Esses fragmentos foram compartilhados com eles e analisados no grande grupo, o que envolveu os licenciandos e as pesquisadoras. Durante a discussão sobre os fragmentos de vídeo analisados, foram retomados referenciais teóricos do campo do Ensino de Ciências. A partir dessa análise, compartilhada após o desenvolvimento de cada subtema, os licenciandos continuaram a desenvolver as aulas seguintes e a análise das pesquisadoras se deu, então, no sentido de identificar mudanças nessas práticas em função do que consideramos ser a reflexão-sobre-a-ação (SCHÖN, 2000).

Para preservar o anonimato, chamamos os professores em formação pelos nomes fictícios de Sara, Roberta, Paulo e Amélia.

Resultados e Discussão

Como já dissemos, após um planejamento de aulas, os professores em formação desenvolveram as aulas nas escolas e essas foram gravadas em vídeo. A primeira análise foi das pesquisadoras, para encontrar fragmentos de vídeo que fossem representativos das aulas de cada participante. Em seguida, os fragmentos foram compartilhados com o grupo, para serem analisados em conjunto. Dirigimos o nosso olhar para a prática dos licenciandos, associando-a às avaliações conjuntas que ocorreram durante as reuniões da equipe. Por uma questão de comodidade de análise, selecionamos cinco casos, entre muitos que aconteceram, que podem ser representativos da experiência formativa, foco deste trabalho: a afetividade em sala de aula, a atenção para o que os estudantes falam, a insegurança do professor em formação ao assumir a docência, o papel da experimentação nas aulas e o diálogo nas

aulas. Além disso, também consideramos a avaliação compartilhada do ponto de vista do avaliado. Cada um desses casos é apresentado a seguir:

a) A afetividade em sala de aula

Na primeira reunião do grupo, o debate sobre as aulas envolveu a relação dos professores em formação com os estudantes nas salas de aula. A professora formadora apresentou um fragmento de vídeo da Roberta, no momento em que ela se apresentou aos estudantes e solicitou que cada um desses estudantes dissesse o próprio nome. Após assistirem a esse fragmento de vídeo, a professora formadora perguntou quantos mais haviam procedido daquela forma. Em meio a risos, os demais assumiram que não haviam se apresentado ou que não se preocuparam em conhecer os estudantes. A Roberta havia sido a única professora em formação que deu esse tipo de atenção aos estudantes, procurando saber seus nomes logo no início das aulas. Foi, então, introduzido na discussão o conceito de afetividade.

Segundo Almeida (2004), ao estudar o desenvolvimento da criança, o psicólogo Henri Wallon defendia que a vida psíquica é formada por três dimensões: motora, afetiva e cognitiva e essas dimensões coexistem e atuam de forma integrada. Portanto, não coloca a inteligência como o principal componente do desenvolvimento. A afetividade também aparece nos estudos de Vigotski (2001), cuja obra e o destaque que dá às interações sociais para o desenvolvimento humano são bem conhecidos. Segundo o autor citado, são as interações sociais que inserem o sujeito na cultura e, como não poderia deixar de ser, nelas está a afetividade. Leite e Tassoni (2002) realizaram uma revisão na literatura sobre pesquisas que usavam os pressupostos de Vigotski e Wallon, para discutir a dimensão afetiva em sala de aula e as possíveis influências que essa afetividade poderia ter sobre a aprendizagem. Ao

direcionar o olhar para a relação professor e estudante, afirmam que “a afetividade está presente em todos os momentos e etapas do trabalho pedagógico desenvolvido pelo professor, o que extrapola sua relação ‘tête-à-tête’ com o aluno” (LEITE e TASSONI, 2002, p.125). A afetividade nas interações que ocorrem em sala de aula implica comprometer-se com o que faz, ouvir o que o “outro tem a dizer”, valorizar diferentes opiniões e ideias, partilhar essas ideias, respeitar o outro e, como aconteceu com Roberta, tratar o outro pelo nome. A afetividade é, antes de tudo, uma relação de respeito mútuo.

A professora formadora, durante essa discussão, ressaltou que se apresentar e conhecer o estudante pelo nome, embora pareça algo tão comum, só foi feito por um dos licenciandos. Também questionou como eles se sentem quando participam de uma disciplina na qual o professor não cria um ambiente afetivo em sala de aula. Ao que nos parece, todos perceberam a importância da ação realizada pela Roberta.

b) A atenção para o que os estudantes falam

Em outro fragmento envolvendo Roberta, o vídeo mostrava um momento em que a professora perguntou aos estudantes se o ciclo da água, tal como estava acontecendo no terrário construído no início da aula, também acontecia na natureza. Nesse vídeo, vários estudantes responderam afirmativamente e um deles comentou: “é... tem o rio... que evapora”. A conversa entre os estudantes, conforme visto no vídeo, continuou. A fala desse estudante não foi destacada nem pela professora, nem pelos próprios colegas. A professora formadora chamou a atenção dos licenciandos para a fala de uma estudante que disse “*ah, tem a planta lá no rio...*”. Esse comentário da estudante, aparentemente sem importância, foi ignorado por Roberta. O objetivo da professora formadora foi chamar a atenção para concepções

alternativas que ainda estão presentes nos estudantes e o quanto elas tendem a se manter se o professor não estiver atento para os comentários que os estudantes fazem ao longo da aula.

Nesse caso, durante a discussão inicial sobre o que estava acontecendo no terrário, os estudantes observaram imediatamente a formação de gotículas de água na parte superior da garrafa PET, na qual, o terrário havia sido construído. Como muitos estudantes afirmaram que a água havia chegado lá por meio da transpiração das plantas inseridas na garrafa, Roberta apresentou um terrário sem planta, que havia sido feito há alguns dias. Nesse terrário, também havia gotículas de água na parte superior. A professora Roberta teve a intenção de desconstruir a concepção de que o ciclo da água depende unicamente da planta. Porém, o comentário da estudante afirmando que no rio tem a planta, traz a ideia de que essa concepção não foi desconstruída. A estudante ainda considerava que para acontecer a condensação, era necessária a presença de plantas. Os licenciandos e a professora formadora passaram a discutir maneiras possíveis de convencer essa estudante de que o ciclo da água acontece independentemente de plantas. Mesmo sabendo que essa concepção tendia a não aparecer nas aulas seguintes, os licenciandos se envolveram no debate. Roberta assumiu que não escutou essa fala e os demais disseram que possivelmente também não prestariam atenção em pequenas falas feitas pelos estudantes. No entanto, afirmaram ter percebido, por meio desse exemplo, a importância delas.

c) A insegurança do professor em formação ao assumir a docência

Ainda no primeiro conjunto de aulas, envolvendo o ciclo da água, observamos duas professoras em formação – Sara e Amélia – aparentemente inseguras, dirigindo-se constantemente ao material didático. Muitas vezes, faziam as perguntas aos estudantes, ouviam algumas respostas e, então, faziam a leitura da explicação

presente no material didático, em voz alta, solicitando aos estudantes que acompanhassem essa leitura. Vale ressaltar que esse material didático também havia sido distribuído aos estudantes. Já na primeira reunião de avaliação das aulas foram levados dois fragmentos de vídeo, sendo um de cada uma dessas professoras em formação. Assim que os vídeos foram compartilhados aconteceu amplo diálogo sobre eles, do qual retiramos o seguinte fragmento:

Prof. formadora: *O que tá acontecendo?*

Roberta: *A Sara está lendo.*

Prof. formadora: *Mas ela fez uma pergunta. Nessa hora observem que ela largou o livro e olha para os alunos. O que aconteceu quando ela olhou para eles?*

Amélia: *Ninguém respondeu.*

Prof. formadora: *E o que ela fez?*

Paulo: *Ela continuou lendo.* (risos)

Prof. formadora: *Qual o problema em ficar com o livro na mão?*

Roberta: *Os alunos foram se dispersando.*

Sara: *Nem prestaram atenção.*

Prof. formadora: *Olhem aqueles alunos lá do fundo E se fossem vocês, como vocês se sentiriam sendo os alunos na aula dessas professoras?*

No momento em que a professora formadora chamou a atenção para os estudantes do fundo da sala, no vídeo era exibido um grupo de estudantes aparentemente desanimados e desinteressados. Ao perguntar como eles se sentiriam em uma aula na qual o professor estivesse lendo em um livro, os licenciandos não responderam verbalmente, mas se mostraram incomodados. Uma das professoras em formação (Roberta) assumiu a palavra e apontou um caminho para os colegas, dizendo “*O segredo é você não ficar com o livro, porque se você tem ele, então você pensa ‘Eu vou ler,*

porque eu não vou saber explicar' e aí você abre o livro. Tem que largar o livro e dar aula mesmo. Só em caso extremo usar o livro." Vários outros comentários foram feitos após a intervenção de Roberta. Nas aulas subsequentes à análise compartilhada, foi possível notar que as duas professoras que desenvolveram a primeira aula lendo o material didático em diversos momentos passaram a usar o material didático apenas para consulta a tabelas e figuras ou para leitura de textos complementares. Com isso, elas mostraram bem mais segurança nas explicações. Não podemos afirmar, por meio desses dados, que elas se prepararam melhor para desenvolver as aulas seguintes, mas foi isso que nos pareceu.

d) O papel da experimentação nas aulas

Nesse primeiro conjunto de aulas – ciclo da água – havia dois experimentos, que foram realizados pelos estudantes. No segundo conjunto de aulas (água na natureza), o número de experimentos foi maior e grande parte deles podia ser realizada rapidamente. Dois professores em formação – Paulo e Roberta – realizaram alguns desses experimentos de forma demonstrativa, mesmo tendo material e tempo disponível para que os experimentos fossem realizados pelos estudantes, em pequenos grupos. Na segunda reunião de avaliação sobre esse segundo conjunto de aulas, a professora formadora questionou os licenciandos sobre esses experimentos e os quatro afirmaram que os realizaram como havia sido planejado, ou seja, que eles foram realizados pelos estudantes. Nesse momento, a professora mostrou três fragmentos de vídeos, sendo um de Amélia, em que os estudantes atuaram como protagonistas e os outros dois, de Paulo e de Roberta, em que isso nem sempre aconteceu. Roberta fez um primeiro demonstrativo, para o qual justificou que foi apenas para mostrar aos estudantes que era possível, pois eles estavam duvidando do resultado. Tratava-se de misturar café com leite de forma a ficar duas fases.

Depois ela optou, assim como aconteceu no vídeo de Paulo, por chamar dois estudantes e dar a esses a responsabilidade de fazer o experimento.

Roberta – *Mas eu fiz um só. E aí eu falei ‘qual nós vamos colocar primeiro?’*

Paulo – *Os alunos é que fizeram.*

Professora Formadora – *Vejam que vocês chamaram os alunos e pediram a eles para fazer. Os que estavam sentados lá atrás nem viram. É disso que eu estou falando.*

Roberta – *Ah... Mas foi difícil até para começar essa aula. Eles estavam agitados.*

Professora Formadora – *As outras turmas também estavam. Vocês viram no vídeo que um dos estudantes que estava lá na frente ficou de costas para a turma.*

Roberta – *A gente pode ter tirado deles o protagonismo...*

Professora Formadora – *Esse pode ter sido um motivo que contribuiu para essa ‘agitação’.*

Roberta – *Não.*

Paulo – *Eu notei que foi acumulando e quando chegou naquela parte parece que ‘estourou’.*

É possível perceber que Roberta se mostrou resistente em assumir que não desenvolveu a parte experimental como havia sido planejada. Tanto ela quanto Paulo já haviam comentado que os estudantes se mostravam insatisfeitos ou desanimados e, em alguns momentos, davam a entender que queriam que a aula terminasse. Quando a professora formadora alertou que o fato de os estudantes não poderem realizar os experimentos poderia ter contribuído, Roberta foi categórica em discordar. Paulo, no entanto, pareceu ter reconhecido que os estudantes foram ‘desanimando’ durante a aula, ao se referir a um momento em que ‘estourou’. Ele se referiu a um momento de sua aula, quando terminou o último

experimento, realizado de forma demonstrativa, em que alguns estudantes perguntaram se já poderiam sair da sala.

Apesar da resistência de Roberta; nas aulas posteriores, notamos que, tanto nas dela quanto nas de Paulo, todos os experimentos passaram a ser realizados pelos estudantes, em grupos, e não mais de maneira demonstrativa. Com isso, passaram a dar protagonismo também aos estudantes.

e) A interação discursiva nas aulas

Com a intenção de chamar a atenção dos licenciandos para as interações discursivas, a professora formadora mostrou momentos dos vídeos dos quatro professores em formação, nos quais eles faziam perguntas aos estudantes, mas não forneciam tempo para que esses estudantes pudessem responder. Em alguns casos, os professores aguardavam a resposta, mas explicavam em seguida, ignorando a resposta fornecida pelos estudantes. Após assistirem os fragmentos das próprias aulas e observarem tal procedimento durante as mesmas, vários comentários foram feitos pela professora formadora e por eles próprios e, nesse momento, algumas justificativas foram dadas pelos professores em formação. Observamos que a maior parte deles mostrou pouco saber no que diz respeito à lida com o “outro”, que nesse caso era representado pelos estudantes da Educação Básica. O fato de serem alertados sobre isso os levou a questionar o que poderia ser feito. Fez parte da discussão o fato de um estudante responder corretamente a uma pergunta, mas isso não significa que os demais concordassem com a resposta fornecida ou, ainda, as dúvidas e comentários, mesmo incoerentes, poderem ser socializados com os demais, para que esses também opinassem.

Notamos que, nas aulas seguintes, algumas mudanças aconteceram, o que pode ser indício de um entendimento mais consolidado sobre o papel do professor em sala de aula. De uma forma geral, esses licenciandos, ao fazerem perguntas aos

estudantes, passaram a aguardar as respostas, escrevendo-as na lousa e solicitando mais opiniões da turma. Depois discutiam essas respostas para saber se os demais concordavam/discordavam e solicitavam justificativas.

f) A avaliação compartilhada do ponto de vista do avaliado

Durante o quarto e último encontro de avaliação das aulas, realizado com esse grupo de licenciandos, perguntamos sobre a sensação de cada um ao se assistir dando aulas e de ter suas aulas avaliadas pelos colegas em conjunto com as pesquisadoras. Roberta foi enfática ao falar do receio que sentiu. Ela afirmou ter se sentido receosa com os comentários, pois tinha consciência de não ter conseguido fazer o que havia sido planejado. Porém, ao participar desses momentos, Roberta afirmou:

Nossa... foi interessante! Todos deram sugestões de como eu poderia ter agido em determinados momentos, sugestões que de alguma forma nos ajudam a pensar em como lidar com aquilo que não percebemos quando estamos dando a aula. No primeiro momento tive receio, mas quando todos começaram a discutir pontos positivos e negativos referentes a minha aula fiquei feliz, pois percebi em que eu poderia melhorar (Roberta, informação verbal).

Amélia, apesar de descrever certo constrangimento ao se assistir dando aulas e ver seus colegas assistindo à sua aula, ressaltou a importância que esse momento significou. Segundo ela, assim que iniciados os comentários da professora formadora e dos colegas, percebeu o quanto aquilo poderia significar para a sua aprendizagem e a de seus colegas. Paulo, por sua vez, ressaltou que, por ser tímido, ficou ansioso com essa análise, mas aprendeu muito sobre os pontos que precisaria melhorar e até mesmo mudar, a partir

da análise que fez da própria aula e das opiniões da professora formadora e dos colegas.

Ao falar da avaliação compartilhada, Sara afirmou ter percebido alguns estudantes desinteressados, durante parte de sua aula, apenas quando assistiu ao vídeo. Dessa forma, afirmou que a avaliação compartilhada possibilitou-a a ficar mais atenta para a sua própria aula. Sobre isso, Sara afirmou:

“Achei muito válida essa análise geral, porque muitas vezes a falha que eu cometi foi a mesma de algum outro colega e a partir do momento que isso foi discutido em grupo, eu me atentei para os erros e procurei melhorar” (Sara, informação verbal).

Percebemos que os licenciandos reconheceram que a avaliação conjunta das aulas, apesar de causar certo constrangimento no início, contribui em muito para a própria formação. Ao que nos parece, assistir aos vídeos das próprias aulas fez com que alguns deles ampliassem o olhar para o que acontece nas aulas, aumentando as possibilidades de que contribuam para a aprendizagem dos seus próprios estudantes.

O que Aprendemos a Partir dessa Experiência?

Duas percepções foram originadas a partir da análise que fizemos das aulas e das reuniões em que aconteceram os compartilhamentos de análise, como forma de promover a avaliação da prática docente de cada um dos participantes. A primeira percepção foi sobre as mudanças que aconteceram nas aulas desses licenciandos, ao longo da experiência vivenciada, e o quanto essas mudanças podem ser associadas ao que aconteceu nas reuniões de avaliação das aulas. A segunda tem a ver com o discurso dos licenciandos referente a essas avaliações. Eles afirmaram

categoricamente que a avaliação sobre a própria prática e sobre as aulas dos colegas possibilitou uma melhor performance em sala de aula. Sobre isso, Nóvoa (2009, p.22) afirma que “A única saída possível é o investimento na construção de redes de trabalho coletivo, que sejam o suporte de práticas de formação baseadas na partilha e no diálogo profissional.” Ao que nos parece, essa atividade coletiva, pautada pelo diálogo e pelo compartilhamento de experiências vividas, favoreceu o entendimento do que é ser professor.

Foi prática recorrente nas primeiras aulas promover a participação dos estudantes no discurso, mas nem sempre os professores em formação ouviram o que os estudantes falavam ou consideraram aquilo que era ouvido. As concepções alternativas estavam presentes nas aulas e foram temas das discussões. Apenas quando a professora formadora chamou a atenção para algumas dessas concepções, por meio dos vídeos das aulas, é que os licenciandos perceberam o significado de algumas falas de seus estudantes. Observamos vários casos em que a fala do outro não foi valorizada, como aconteceu no exemplo descrito na aula da Roberta. Não investigamos o motivo real dessa não valorização, mas acreditamos que ela esteja ligada tanto ao fato da fala ser, aparentemente, sem significado, quanto aos valores que esses professores em formação carregam consigo. Acreditamos que ao elaborar valores que se mostram importantes no trabalho do professor é possibilitado um olhar mais elaborado para o que acontece em sala de aula.

Em outros momentos, os professores em formação fizeram perguntas aos estudantes, mas as respostas que foram fornecidas por eles não foram consideradas, mesmo sendo dirigidas diretamente ao professor. Ouvir as palavras do outro é compreender o significado do que ele diz e tem a ver com uma relação de respeito e de valorização. Portanto, tem a ver com a formação de um ambiente afetivo. Também está relacionada com a afetividade a

capacidade de promover o interesse dos estudantes por aquilo que é ensinado, com oportunidades para que eles participem e aprendam. Nesse quesito, as professoras Sara e Amélia, que iniciaram as aulas fazendo leituras de explicações, perceberam o quanto essa prática era desmotivadora para os estudantes e fizeram um esforço para transformá-la. Também Paulo e Roberta deram indícios de compreensão da importância de atividades variadas e de tornar o estudante protagonista. A simples demonstração do experimento limitava essa variação e também a participação ativa dos estudantes. Deixar os estudantes fazerem os experimentos significou dar-lhes protagonismo e isso certamente é uma valorização do outro.

A reflexão sobre a ação, realizada durante as reuniões de avaliação das aulas, mostrou-se importante para que os professores em formação tomassem consciência de suas próprias crenças e ações e as modificassem.

Considerações finais

Era nossa hipótese que, ao refletir sobre a ação, ancorados por estudos teóricos, os professores em formação poderiam melhorar a própria prática. Com o objetivo de promover um processo reflexivo sobre a prática docente, acompanhamos quatro licenciandos no planejamento e desenvolvimento de aulas e nas reuniões de avaliação. Observamos que os quatro professores analisados se apropriaram dos saberes teóricos, ainda que em diferentes graus, a partir da análise da própria prática. Eles foram, ao longo das aulas e da avaliação compartilhada, se apropriando de estratégias que promoveram a inserção do estudante na dinâmica da aula.

Baseadas na análise dos dados referentes à performance e ao discurso dos licenciandos, argumentamos que o desenvolvimento de um processo reflexivo, na formação inicial, favorece o entendimento sobre o papel do professor e do estudante em sala de aula.

Ao refletirem sobre o que fazem e o que deixam de fazer em sala de aula, quando assumem a docência, os professores em formação mostraram-se mais voltados a uma prática que insere o estudante na aula, dando-lhe um papel mais ativo e implementando um ambiente mais afetivo.

Sabemos que as práticas pedagógicas se assentam em uma base que nem sempre está explícita e nem sempre é consciente. Essa base é construída por crenças e concepções formadas ao longo da vida. Muito tem sido publicado sobre o efeito “espelho” na formação de professores. Ao assumir a docência, o sujeito até então estudante passa a “imitar” professores que teve, desenvolvendo uma prática alicerçada na prática de outro. A reflexão sobre essas práticas, ancoradas por teorias contemporâneas de ensino e aprendizagem, oportuniza a tomada de consciência e a possibilidade de transformá-las.

Sabemos que essa experiência, apesar de aproximar os professores em formação de seu campo de trabalho antes mesmo dos estágios, ainda não os coloca na vivência direta com a maior parte dos problemas presentes na maior parte das escolas brasileiras. As condições precárias em que algumas escolas funcionam, os baixos salários, a pouca valorização política e social dos professores, os resultados obtidos em alguns instrumentos de avaliação da aprendizagem (ENEM e outros) são alguns dos problemas que não foram pontuados na experiência docente objeto deste trabalho. Porém, percebemos que fazê-los lidar com o estudante ao longo do curso e discutir a própria prática docente ancorada pelas teorias de ensino e aprendizagem, permite um entendimento melhor dessa teoria e a apropriação de estratégias de ensino que insiram o estudante na dinâmica da aula. Mesmo que a experiência objeto deste trabalho seja apenas um começo, podemos afirmar que é um começo necessário, que nos mostrou possibilidades significativas para a formação de professores!

Se quisermos um professor que reflita sobre a própria prática e a transforme sempre que isso se mostrar necessário, temos a convicção de que esse processo reflexivo deve estar presente na formação inicial.

Referências

ALMEIDA, L. R. Ser professor: um diálogo com Henri Wallon. In: MAHONEY, A. A.; ALMEIDA, L. R. (org.). **A Constituição da pessoa na proposta de Henri Wallon**. Edições Loyola, 2004.

DEWEY, J. **Como pensamos**. 3. ed. Trad. Hayée Camargo Campos. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1959.

FEITOSA, R. A.; DIAS, A. M. I. Décadas do surgimento do praticum reflexivo: por teoria(s) e prática(s) articuladas na formação e na ação docentes. In: NETO, A. S.; FORTUNATO, I. (org.). **20 anos sem Donald Schön**: o que aconteceu com o professor reflexivo? São Paulo: Edições Hipóteses, 2017, p.13-32.

FONTANA, M. J.; FÁVERO, A. A. Professor Reflexivo: uma integração entre teoria e prática. **Revista de Educação do IDEAU**, v. 8, n. 17, p.1-14, 2013.

LEITE, S. A. S.; TASSONI, E. C. M. A afetividade em sala de aula: as condições de ensino e a mediação do professor. In: AZZI, R.; SADALLA, A. M. (Orgs.). **Psicologia e formação docente**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2002. p.113-141.

NÓVOA, A. **O regresso dos professores**. Campo Grande: OMEP/BR/MS, 2014.

_____. **Professores**: imagens do futuro presente. Lisboa: Educa, 2009.

PÉREZ GÓMEZ, A. O pensamento prático do professor: a formação do professor como profissional reflexivo. In: NÓVOA, A. (Org.). **Os professores e sua formação**. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1995, p.93-114.

PIMENTA, S. G. Professor Reflexivo: construindo uma crítica. In PIMENTA, & GHEDIN, (Orgs.) **Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito**. São Paulo: Cortez Ed, 2002 (2ª edição), p.12-52.

QUADROS, A. L. **Entendendo o Ciclo da Água** (Coleção Temas de Estudo em Química). 1. ed. Contagem - MG: Didática Editora do Brasil Ltda, 2016.

QUADROS, A. L.; SILVA, G. F. **A água na Natureza** (Coleção Temas de Estudo em Química). 1. ed. Contagem - MG: Didática Editora do Brasil Ltda, 2016.

QUADROS, A. L.; SILVA, G. F.; MARTINS, DAYSE CARVALHO DA SILVA. **As plantas e o Ciclo dos Elementos** (Coleção Temas de Estudo em Química). 1. ed. Belo Horizonte: Didática Editora do Brasil Ltda, 2016.

SCHÖN, D. **Educando o profissional reflexivo: um novo *design* para o ensino e a aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

_____. **Educating the Reflective Practitioner: Toward a New Design for Teaching and Learning in the Professions**. San Francisco: Jossey-Bass, 1987.

VIGOTSKI, L. S. **A Construção do Pensamento e da Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

9



REELABORAÇÃO DA BASE ORIENTADORA DA AÇÃO NA FORMAÇÃO DE UMA HABILIDADE GERAL: UMA EXPERIÊNCIA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS

Isauro Beltrán Núñez
Betania Leite Ramalho

Introdução

Uma problemática que diz respeito à formação de habilidade apontada por Talízina (2009) é o fato de que a escola, dita tradicional, tem prestado pouca atenção ao aspecto operacional da psique. Para a autora, a escola preocupa-se mais com o conteúdo conceitual, quando a formação de um conceito implica não só a formação de uma imagem especial, como também de um sistema operacional com uma estrutura interna determinada. Sendo assim, o aspecto operacional da atividade constitui propriamente o mecanismo psicológico dos conceitos.

Os aprendentes que bem elaborarem de forma consciente uma boa orientação da atividade que devem aprender e,

consequentemente, uma melhor compreensão desta, podem estar em melhor disposição para aprenderem e se desenvolverem. Por isso, a orientação é um momento inicial da aprendizagem e do ensino que deve se manter ao longo desses processos, para que os estudantes possam aprender a autorregular suas aprendizagens e desenvolverem a autonomia. Essa situação tem sido, no geral, desconsiderada no ensino tradicional de base condutista.

A orientação que o aprendente elabora da ação e do conhecimento objeto da assimilação tem sido objeto de críticas por parte de Galperin (2001), ao se considerar o papel que esta desempenha na atividade humana e, em especial, nos processos de aprendizagem. Ao referir-se ao ensino tradicional, o autor destaca o fato de a escola, muitas vezes, limitar-se a explicitar os objetivos da atividade no momento inicial de uma suposta motivação. Em outras oportunidades, a orientação é disponibilizada de forma pronta, sem considerar os interesses, experiência pessoal, possibilidades, imaginação, dentre outros aspectos relacionados ao aprendente, o que leva a uma aprendizagem mecanicista, favorecendo o conhecimento empírico e resultando em pouca compreensão da atividade de estudo.

A orientação que cada sujeito constrói desempenha um papel essencial na atividade e nos processos de comunicação humana e, em específico, no processo de aprendizagem, uma vez que a qualidade dessa orientação poderá potencializar uma aprendizagem que tribute para o desenvolvimento.

O presente artigo teve como objetivo estudar um processo de inovação na formação continuada de professores da área das ciências da natureza, em relação a uma proposta de atualização do conhecimento profissional para ensinar o professor a formar nos aprendentes a habilidade geral de *tomada de decisões* nas aulas de ciências, destacando o papel da orientação da ação na aprendizagem, segundo as ideias de P. Ya. Galperin. A partir desse objetivo, definiram-se as seguintes questões de estudo:

- a) Quais são os níveis iniciais de desenvolvimento da habilidade de *tomada de decisão* de professores que ensinam Ciências Naturais?
- b) Como uma proposta formativa fundamentada na teoria de P. Ya. Galperin contribui para reconfigurar a orientação da habilidade *tomada de decisões* de professores nas aulas de Ciências Naturais em termos da compreensão?
- c) Como os professores avaliam a experiência formativa como possibilidade para a inovação de suas práticas pedagógicas no ensino de ciências?

A Orientação, a Aprendizagem Docente e a Teoria de P. Ya. Galperin

Uma das concepções da Psicologia Evolutiva e Pedagógica Soviética é a Teoria da Formação Planejada por Etapas dos Conceitos e das Ações Mentais, de P. Ya. Galperin. A ideia central dessa teoria é que a assimilação de conhecimentos, de habilidades e de hábitos é consequência dos processos de internalização da atividade planejada do aprendente. Nesse sentido, corrobora as ideias de Leontiev (1985), para quem a personalidade se forma e se desenvolve na atividade, a qual por sua vez, não pode existir de outra forma que não seja como uma ação ou um grupo de ações.

A realização da ação pelo sujeito da atividade pressupõe uma dada representação dessa atividade e das condições nas quais esta se realiza. A formação dos conceitos é um processo de formação não só de uma imagem especial do conjunto de objetos de uma classe, como também de um determinado sistema operacional que tem uma dada estrutura interna. As ações são um meio de formação dos conceitos e, por sua vez, são meios de sua existência, pelo que devemos considerar a unidade dialética entre conceitos e ação (NÚÑEZ, 2009).

A ação humana, na opinião de Galperin (1986) apresenta três momentos funcionais: o da orientação, o da execução e o do controle. A orientação constitui a representação que tem o sujeito da ação e das condições nas quais ela se realiza, além de determinar a qualidade da execução. A execução, por sua vez, permite as transformações do objeto da ação (ideal ou material) pelo sujeito, segundo um plano ou uma orientação. Já o controle se dirige ao acompanhamento da ação, ao serem comparados os resultados parciais e final com o modelo da ação definido na orientação, a fim de serem feitas as correções necessárias.

Esses momentos se encontram relacionados, sendo a orientação a que determina a qualidade da realização da ação e de seu controle, os quais, por sua vez, possibilitam o aperfeiçoamento da orientação e da execução. No entendimento de Galperin (1986), a essência da atividade mental radica no fato de ser ela uma atividade de orientação. Nela se incluem as condições do comportamento na realidade objetiva que, por sua vez, dirige a atividade humana de acordo com essas condições reais.

A orientação, como uma das funções da atividade de aprendizagem e da comunicação na atividade de estudo, tem um papel essencial na aprendizagem de novas ações mentais e de conceitos. A orientação que o aprendente elabora da ação, em união com o conceito, torna-se o elemento fundamental na qualidade da aprendizagem. É construída pelo aprendente quando este tem uma necessidade, um desejo de ter uma nova imagem compreensiva e com sentido pessoal, de uma forma racional da atividade, que pode conduzir à satisfação da necessidade em questão (solução com sucesso da nova tarefa ou situação problema).

Na orientação, os aprendentes se familiarizam com as condições concretas da ação e sua representação, em forma de um modelo do sistema de operações adequado à assimilação do conceito pelo qual se orienta o sujeito para a execução e para a autorregulação dessa ação. Corresponde ao que Galperin (2001)

denomina Base Orientadora da Ação (B.O.A.) que é o elemento que determina a qualidade do processo de aprendizagem. Em relação à B.O.A., Galperin assinala que:

A parte orientadora é a instância diretiva e, precisamente, no fundamental, depende dela a qualidade da execução. Se elaboramos um conjunto de situações em que se deva aplicar essa ação conforme o plano de ensino, essas situações ditarão um conjunto de exigências para a ação que se forma e, juntamente com elas, um grupo de propriedades que respondem a essas exigências e estão sujeitas à formação (GALPERIN, 1986, p.116).

A B.O.A. se dirige, primeiramente, à construção racional e correta da execução e, em seguida, à escolha de uma das execuções possíveis. Dessa forma, segundo Talízina (2009), a orientação, em princípio, garante não só a execução correta da ação como também a escolha racional de uma das possíveis execuções. A construção da B.O.A. não é só um processo dirigido à determinação de uma racionalidade para uma execução consciente da ação, mas é também uma oportunidade para os estudantes encontrarem razões para se desenvolverem.

A B.O.A. depende, dentre outros fatores, das peculiaridades do objetivo e do objeto da ação, do caráter e da ordem das operações que entram na ação; da natureza das tarefas a serem resolvidas, dos instrumentos utilizados e mediadores da ação; dos estilos de aprendizagem e dos conhecimentos prévios dos estudantes e da busca de uma dada racionalidade que age como referência, dentre outras.

O modelo da B.O.A. é um esquema conceitual-operativo. Nele se representam, de forma conceitual, procedimental, estruturada e compreensível, os seguintes elementos:

- a) O conteúdo do conceito objeto de assimilação;
- b) A representação do produto final da ação e sua qualidade;
- c) A representação da ordem das ações e das operações que devem ser realizadas;
- d) Os modos de controle da ação.

Ela deve se estruturar na base de três modelos: o modelo do objeto, que revela o conteúdo conceitual, o modelo da ação, que inclui o sistema de operações necessário e constitutivo da ação, e o modelo do controle, que revela os critérios do acompanhamento e a autorregulação da atividade.

A orientação ou invariante do sistema de operações e do conceito pode ser construída mediante o processo de elaboração conjunta com os estudantes, estabelecendo-se a metodologia geral para a solução de tarefas de uma mesma classe (invariante da ação ou Base Orientadora da Ação, juntamente com os conteúdos conceituais em que se apoia a apropriação da ação). Nessa etapa, os estudantes conhecem a nova atividade, o conceito e a ação a ele necessária, assim como as condições para a solução dos problemas. A atividade se desenvolve entre eles e o professor, ou seja, no plano interpsicológico, o que inicia o processo de interações intersubjetivas e de comunicação entre os participantes.

Os estudantes devem estruturar o esquema de orientação geral como suposições ou hipóteses, as quais encaminham os processos de solução do sistema de tarefas propostas do mesmo tipo, assim como o conceito em relação à sua definição. A informação de que dispõem é processada paulatinamente e organizada em função dos problemas e das tarefas propostas. A não inclusão de alguns dos elementos essenciais na orientação da ação pode resultar em erros e produzir resultados não desejados na aprendizagem. Além disso, ela é materializada (modelizada) nos chamados cartões de estudo, como apoio externo para a etapa materializada. Esse processo não é uma descoberta da B.O.A. realizada unicamente pelos

estudantes, tampouco disponibilizado no modelo pronto pelo professor, mas uma construção negociada de sentidos e significados entre estudantes e professor.

A reflexão sobre a importância da orientação na Teoria de Galperin permite considerar que, para ele, a aprendizagem é um processo no qual o aprendente elabora e reelabora sua base de orientação, de forma consciente em situação de comunicação. Ou seja, quando em face de novas tarefas ou situações-problema, o aprendente sabe representar os objetivos, antecipar e planejar sua ação para solucioná-las, e dispõe de critérios para autorregular a aprendizagem. Esse processo representa a internalização de uma orientação externa, socialmente construída, para uma orientação interna, no plano mental, que lhe permite resolver as situações-problema com autonomia intelectual. Nesse processo, que se produz por etapas devidamente planejadas pelo professor, o produto da aprendizagem é a orientação no plano mental, que potencializa o desenvolvimento integral de quem aprende, nesse caso, os professores e seu desenvolvimento profissional.

O E.B.O.C.A. da Ação Tomada de Decisão

A tomada de decisões é uma habilidade que deve ser desenvolvida na escola, como parte do pensamento científico e da compreensão do mundo natural. A formação do cidadão crítico supõe, dentre outros, o domínio de conhecimento e capacidades para participar de forma responsável na tomada de decisões sobre problemas diversos relevantes na sociedade democrática.

Nesse sentido, a tomada de uma decisão significa ter uma compreensão adequada dos fatos implícitos e das condições na qual eles estão incluídos; é aproveitar a experiência e assumir as consequências da decisão. Ao se enfrentar um problema do tipo “tomar decisões”, deve-se colocar em ação uma nova racionalidade, a de pensar nas diversas possibilidades, visto que a decisão

hoje, em um dado contexto, pode não ser a melhor em outro dia, em outro contexto. Para os autores, tomar uma decisão significa ter uma compreensão adequada dos fatos implícitos e das condições na qual eles estão inseridos. Para tanto, deve-se pôr em ação uma nova racionalidade, a de pensar nas múltiplas possibilidades ante o contexto apresentado.

Assim, tomar decisão não é só uma questão de racionalidade pautada no conhecimento científico. As crenças das pessoas, suas atitudes e seus valores influenciam esse processo de forma significativa. Desse modo, a relação dialética, entre o cognitivo e o afetivo deve ser levada em conta no processo de formação dessa habilidade, segundo se postula no enfoque Histórico-Cultural, em especial nas ideias de Vygotsky (1987) a respeito do tema.

Conceitualmente, tomar decisões pode ser definido como a escolha racional de uma alternativa de solução dentro de outras possíveis, para uma situação-problema de forma individual ou em grupo. Essa é a referência do modelo conceitual para se construir a orientação da habilidade, considerando a unidade entre conceito e ação, princípio fundamental da teoria de Galperin. Cada habilidade, como ação da qual o aprendiz tem um dado domínio, apresenta uma estrutura operacional como sistema lógico que caracteriza o modo de agir na solução de tarefas de um mesmo tipo, as quais demandam essa habilidade. Essa estrutura invariante se constitui no objeto de assimilação consciente durante o processo de formação da habilidade, ou seja, é o modelo da atividade que deve passar pelas etapas de assimilação, para se transformar, como orientação, em um ato do pensamento, em uma estrutura mental.

A B.O.A é uma orientação subjetiva, representa a compreensão que tem o sujeito da ação e das circunstâncias específicas necessárias para a solução das tarefas. Dessa forma, Galperin (1992) distingue a B.O.A. do Esquema da Base Orientadora Completa da Ação – E.B.O.C.A., sendo esse o modelo da ação desejada enquanto conhecimento disciplinar.

Uma metodologia para se determinar a invariante do sistema operacional das habilidades foi proposta por Talízina (1988) e é conhecida como Método Teórico de Análise da Atividade. Esse método consiste na análise funcional-estrutural das diversas variantes conhecidas ou modos de agir quando tarefas são resolvidas segundo a habilidade geral em questão. Assim, ao se aplicar esse método teórico nas Ciências Naturais, nas quais existem diversas formas de se compreender o que é a tomada de decisão, analisam-se essas variantes e constrói-se a invariante do sistema operacional como modelo de caráter geral e abstrato. Essa via contribui com o desenvolvimento do pensamento teórico, segundo Davidov (1988).

Existem diferentes modelos para a tomada de decisão, por exemplo, os de Piel (1993) e de Zoller (1993). Todos partilham um sistema de operações comum que pode ser objeto de aprendizagem nas aulas de ciências e representa um conhecimento profissional desejável dos professores para o ensino. Uma análise dos diferentes modelos para a tomada de decisões possibilita definir o Esquema da Base Orientadora Completa da Ação (E.B.O.C.A.) como se mostra no Quadro 1:

Quadro 1 - Modelo do E.B.O.C.A. da ação *tomada de decisões*

Modelo do objeto	Modelo da ação
Escolha racional de uma resposta para uma situação problema, dentro de um conjunto de possibilidades em um momento e contexto dado.	a) Definir o propósito ou problema: o que deve decidir; b) Definir os critérios a serem usados no processo da tomada da decisão; c) Determinar as possíveis opções ou alternativas (soluções para o problema); d) Avaliar as alternativas: os prós e os contras de cada uma, considerando os critérios definidos; e) Escolher entre as alternativas disponíveis qual é a melhor nessas condições; f) Aplicar a alternativa escolhida e comprovar se os resultados são satisfatórios.

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

O E.B.O.C.A. definido funcionará como modelo da invariante da atividade, referência do professor no processo de construção da Base Orientadora da Ação de cada professor. É, por sua vez, a definição do significado da orientação desejada a ser negociado com os sentidos que os professores atribuem a ele na experiência formativa.

Metodologia

A pesquisa foi desenvolvida com 28 professores de Biologia, Física e Química de um curso de Mestrado Profissionalizante no Ensino de Ciências Naturais da UFRN. São professores que têm, em média, 27 anos de idade e 6,5 anos de experiência na docência; 58% são do sexo masculino e 42% do feminino; e todos trabalham em escolas públicas do Ensino Médio no Estado do Rio Grande do Norte.

A pesquisa constitui uma intervenção formativa orientada à reconfiguração da orientação no processo de tomada de decisão como habilidade. É um estudo de caráter exploratório que articula, de forma dialética, as dimensões qualitativo/quantitativo.

Em função da natureza do objeto do estudo e dos objetivos, foram organizadas quatro etapas para o desenvolvimento de uma experiência formativa, estruturada em quatro momentos e etapas, mostradas a seguir:

- a) **O diagnóstico inicial** foi realizado por meio de uma prova pedagógica na qual os professores deveriam explicitar como orientar os estudantes para uma tomada de decisão em relação a uma situação problema e explicar, passo a passo, o processo de tomada de decisão, assim como a compreensão conceitual do que é tomar uma decisão. As análises das respostas permitiram estabelecer níveis qualitativos relacionados ao domínio consciente do conceito e

do sistema de operações da habilidade, ou seja, os níveis de desenvolvimento da habilidade.

- b) A motivação inicial para a atividade** implicou uma discussão com os professores sobre a importância do ensino dos processos de tomar decisões no contexto da educação científica e da educação ambiental, com base no desenvolvimento sustentável no século XXI, assim como, do conhecimento sobre como se formam as habilidades, tomando como referência as ideias de Galperin sobre a orientação na aprendizagem. Para esse propósito, foi retomada a situação problema da prova pedagógica usada no diagnóstico inicial.
- c) A reelaboração da Base Orientadora da Ação (B.O.A.)** foi estabelecida a partir dos resultados do diagnóstico inicial, no qual foram revelados os sentidos que os professores atribuem ao sistema operacional da habilidade para tomar decisão (modelo da ação) e da definição da habilidade (modelo do objeto), em um processo de negociação com o Esquema da Base Orientadora Completa da Ação (E.B.O.C.A.), estabelecido pelos pesquisadores. Essa situação diz respeito ao princípio da unidade conceito-ação. Nesse processo, de forma colaborativa, os professores ressignificaram as suas ideias e foi construída uma orientação, de forma compartilhada, dos passos, ou sistemas, de operação que, nas condições dadas, estrutura a habilidade em estudo em estreita união com o conceito de tomar decisões. Esse modelo foi esquematizado por cada professor em uma folha de papel, de forma a se constituir um apoio materializado na solução das tarefas, na próxima etapa.

- d) Solução de tarefas usando a B.O.A. com apoio externo.** Nessa etapa, os professores resolveram, em duplas, duas situações-problema que exigiam a tomada de decisões de forma colaborativa e com o apoio do modelo da atividade (apoio materializado na forma de um cartão de estudo).

As tarefas propostas foram situações-problema que estimularam o pensamento, uma vez que se considera a aprendizagem não só como um processo produtivo, mas também, e essencialmente, criativo. Pelo caráter da pesquisa, o registro das atividades dos professores em um caderno, a observação e um questionário de perguntas fechadas e abertas foram os instrumentos privilegiados para a coleta de dados. O questionário objetivou conhecer como os professores avaliaram a experiência formativa, suas possibilidades e limitações enquanto referência para suas práticas inovadoras de ensino.

Os registros nos cadernos e a observação, enquanto dados, ajudaram a melhor esclarecer os sentidos construídos pelos professores em relação aos conhecimentos profissionais durante a experiência formativa em relação ao objeto de estudo. Os dados levantados nos questionários foram tratados segundo a Análise de Conteúdo (BARDIN, 1997). Nesse tipo de análise, foram construídas categorias empíricas, tabuladas e representadas em tabelas. Os dados dos registros dos professores e os dados das Análises do Conteúdo das respostas ao questionário se integram e complementam para uma visão mais caleidoscópica do objeto em estudo, o que aumenta a confiabilidade dos dados.

Resultados e Discussão

- As análises dos dados, em função da natureza do objeto e das questões de estudo, procuram caracterizar a influência de uma experiência formativa inovadora, que teve como

foco o papel da orientação na aprendizagem de professores, para formar uma habilidade geral: tomada de decisão nas aulas de Ciências Naturais. Essa aprendizagem se traduz em novos conhecimentos profissionais como ferramentas para a inovação da prática e como potencializadores do desenvolvimento profissional dos professores.

- A primeira etapa da experiência formativa – desenvolvida durante um encontro com duração de 2 horas e com a participação de 28 professores – correspondeu ao estabelecimento dos níveis iniciais de desenvolvimento da habilidade para a tomada de decisão. Para essa finalidade, foi usada a prova pedagógica mostrada do Quadro 2.

Quadro 2 – Prova Pedagógica do diagnóstico inicial

Um estudante deseja aprender quais são as etapas que deve seguir para tomar uma decisão referente a uma situação problema em uma aula de Ciências. Para isso, solicita sua ajuda. Para poder ajudar o estudante, o professor precisa ter domínio de determinados conhecimentos. Nesse sentido, responda: a) Em sua opinião, o que é tomar uma decisão? b) Explícite, passo a passo, como pode auxiliar o estudante a compreender as etapas da tomada de uma decisão.

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

As respostas dos professores foram categorizadas de acordo com a Análise de Conteúdo (BARDIN, 1997) e definidos níveis de desenvolvimento da habilidade a serem comparados com o modelo ou invariante da ação (E.B.O.C.A.). Na Tabela 1, são mostrados os resultados da prova pedagógica.

Tabela 1 – Proporção de professores segundo os níveis de Desenvolvimento Inicial da Habilidade “Tomada de Decisões”

NÍVEL	MODELO DA AÇÃO	MODELO DO CONCEITO	%
I	Resolve corretamente a tarefa, explicitando o sistema de operações em relação ao modelo esperado.	Explicita corretamente um conceito da tomada de decisão.	0
II	Resolve corretamente a tarefa, explicitando o sistema de operações em relação ao modelo esperado.	Não explicita um conceito de tomada de decisão.	7,2
III	Resolve parcialmente a tarefa, evidenciando um domínio parcial do sistema de operações em relação ao modelo esperado.	Explicita corretamente um conceito da tomada de decisão.	
IV	Resolve parcialmente a tarefa, evidenciando um domínio parcial do sistema de operações em relação ao modelo esperado.	Não explicita corretamente o conceito de tomada de decisão.	28,8
V	Resolve incorretamente a tarefa, evidenciando não ter domínio do sistema de operações em relação ao modelo esperado.	Explicita corretamente um conceito da tomada de decisão.	
VI	Resolve incorretamente a tarefa, evidenciando não ter domínio do sistema de operações em relação ao modelo esperado.	Não explicita corretamente o conceito de tomada de decisão.	64,0

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Observa-se, na Tabela 1, que a maior quantidade de professores, 64 %, se situa no nível VI, ou seja, esses professores não mostraram ter domínio do sistema de operações que norteia a

tomada de decisões, tomando como referência a estrutura operacional invariante (E.B.O.C.A.), evidenciando um processo caracterizado pelo espontaneísmo. Esse resultado diz respeito, também, ao nível baixo de domínio do conceito “tomar decisões”, uma vez que a ação se relaciona intimamente com o conceito.

Os 28,8% que se situam no nível IV são os que resolvem parcialmente a tarefa de como ensinar os alunos a tomarem decisões. Já 7,2 %, ou seja, a menor proporção dos professores, mostram, na solução da tarefa, ter um conhecimento de como ensinar os passos ou etapas para a tomada de decisão, explicitando a estrutura operacional da habilidade e não correlacionando a ação com o conceito. Esse resultado revela dificuldades com esse tipo de conhecimento, necessário para ensinar os estudantes. Em nenhum dos casos, os professores explicitaram uma conceitualização correta do que seja *tomar decisão*. De forma geral, os níveis iniciais de desenvolvimento da habilidade mostram um baixo domínio da estrutura da habilidade em estudo.

A segunda etapa foi a motivação inicial. Para isso, foi desenvolvida uma reflexão sobre a importância do ensino da habilidade de tomar decisões como conteúdo das disciplinas de Química, Física e Biologia e, em especial, como elemento do pensamento estratégico na solução de situações-problema socioambientais relacionadas com a sustentabilidade ambiental. Os professores participantes na pesquisa tiveram posições convergentes a respeito dessa finalidade como um dos objetivos da educação científica no século XXI. Ao serem questionados sobre se eles sabiam ensinar essa habilidade, considerando a estrutura do sistema de operações da ação, o que significa teoricamente tomar uma decisão, e as formas de autorregulação e de controle da aprendizagem, os professores de forma unânime manifestaram não ter consciência desses conhecimentos profissionais. De igual forma, mostraram-se interessados em refletir sobre o papel da orientação da

ação, tomando como referência a Teoria de Assimilação de P. Ya. Galperin. Essa etapa teve duração de uma hora, aproximadamente.

Foi observada, a partir dessa etapa, uma disposição positiva dos professores para a aprendizagem, algo destacado por Talízina (1986) em relação à motivação para o aprender. A dimensão afetiva com o objeto e o processo da aprendizagem é uma condição essencial para aprender.

Com 2 horas de duração e com a participação de 25 dos professores, a terceira etapa, correspondente à elaboração da orientação, o que significa compreender e ter consciência explícita do sistema de operações da habilidade “tomada de decisões” como invariante e modelo da atividade, iniciou com uma reflexão crítica pela via da negociação de sentidos e significados. Os sentidos foram as formas diversas usadas pelos professores sobre como se toma uma decisão, passo a passo, constatada no diagnóstico inicial, e o significado estruturado na invariante como modelo teórico (E.B.O.C.A.). Um dos pesquisadores conduziu a discussão, enquanto o outro observava e registrava.

Os professores compreenderam a importância dessa etapa, como um momento que possibilita antecipar e planejar a ação, considerando os objetivos da atividade, o produto desejado, as condições de realização da ação e as operações necessárias à execução da mesma.

No processo de renegociação de sentidos, levou-se em conta que a aprendizagem é também um processo de comunicação que implica interações entre sujeitos e objeto do conhecimento de forma produtiva e criativa, de formas diferentes, e que, por sua natureza, é um processo subjetivo em que as interações comunicativas são elementos essenciais. As subjetividades se desenvolvem nos processos de atividade e de comunicação.

O registro das observações mostrou como os professores, de forma colaborativa, construíram o modelo da habilidade sob a orientação do pesquisador. Um dos registros da observação do

pesquisador revela a dinâmica do processo de construção da B.O.A., como se mostra no Quadro 3.

Quadro 3 - Fragmento de registro de observação na etapa de construção da orientação

Os professores se implicaram de forma reflexiva e crítica, com sua emoção e disposição, na construção da orientação para a solução das tarefas. Foram colocando suas construções individuais, passo a passo, e o pesquisador negociando o que poderia ser considerado uma construção do grupo. As ideias escritas no quadro eram reelaboradas, criando-se novas disposições na ordem das operações. Três professores tiveram pouca participação, a maioria se envolveu no processo.

Fonte: Dados da Pesquisa (2017).

Dessa forma, cada professor passou a dispor desse modelo como uma referência para a orientação na solução de tarefas. Após a etapa de elaboração da B.O.A., 23 dos professores, em duplas, resolveram duas situações-problema que exigiam a tomada de decisões relacionadas a problemas de ensino das ciências e a questões ambientais durante dois encontros, com um total de três horas de duração. Nessa nova etapa, a solução das tarefas foi realizada com apoio do modelo da atividade, materializado na forma de um cartão de estudo. A discussão da dupla durante a solução das tarefas exigia explicitação de cada um dos passos executados, o que ajuda a conscientizar o modelo da ação para sua posterior assimilação no plano mental. A solução das tarefas em duplas potencializa a comunicação entre os pares.

Durante a observação do pesquisador nessa etapa, foram registrados aspectos relevantes que caracterizaram a aprendizagem dos professores. Um fragmento desse registro se mostra no Quadro 4.

Quadro 4- Fragmento de registro de observação na etapa materializada

Na solução das tarefas, os professores têm uma participação significativa. Um resolve a tarefa e o outro acompanha ambos com apoio do cartão de estudo. Observa-se um avanço rápido na atualização da habilidade. Na segunda tarefa, só três duplas ainda usam o cartão de estudo.

Fonte: Dados da Pesquisa (2017).

A observação durante a atividade constatou que os professores mostraram interesse e satisfação em participar dessa experiência, o que possibilitou a reconstrução de seus conhecimentos profissionais. Durante o processo formativo, foi observada a disposição positiva de todos os professores para aprender a ensinar segundo uma orientação explicitada de forma consciente. Essa situação evidencia a manutenção da motivação durante a aprendizagem.

Após as atividades destinadas à solução de tarefas com apoio da B.O.A. materializada, foi aplicado um questionário com a finalidade de se conhecer a avaliação que os professores faziam da experiência formativa. Por meio desse instrumento, constatou-se que, para todos os professores, o que foi aprendido pode contribuir com a melhoria de sua prática no ensino de ciências em sala de aula. Em relação à avaliação sobre essa experiência como momento de reflexão crítica e momento para a reconstrução dos conhecimentos profissionais para formar habilidades, 92,8% avaliaram como excelente e 7,2% como bom.

A seguir, são mostrados fragmentos das respostas de três professores (P2, P3, P4) que ilustram os sentidos que tem para eles a experiência formativa em estudo.

P2 – A formação de habilidades nessa perspectiva permite criar situações novas e desafiadoras tanto para os professores, como também para o aluno, que será constantemente instigado a construir, desconstruir e reconstruir o conhecimento, novas habilidades serão formadas com um caráter geral, tornando o aluno mais crítico e criativo.

P3 – A orientação B.O.A., em que os esquemas de referências do indivíduo permitem planejar e agir de forma consciente, possibilita o autocontrole, a regulação e o aprender a aprender de forma consciente. Dessa forma, pode-se pensar numa prática pedagógica inovadora.

P4 – Essa formação forneceu novas possibilidades de ensino que eu não conhecia, como é o caso, por exemplo, da elaboração e aplicação do mapa da atividade, ou cartão de estudo. Essa ferramenta auxilia o professor a planejar suas aulas de forma fundamentada. A divisão em etapas possibilita ao professor acompanhar a aprendizagem como processo e ajudar o aluno no momento que precisar e ajuda o aluno a aprender a aprender.

No questionário, também foi solicitado aos professores expressarem quais seriam as vantagens de se usar essa proposta para formar habilidades nos estudantes da Educação Básica, e quais as dificuldades. Nesse sentido, na Tabela 2, mostram-se os resultados em relação às vantagens na opinião dos professores.

Tabela 2 – Proporção de professores segundo as vantagens de se usar essa proposta na Formação de Habilidades

VANTAGENS	%	VANTAGENS	%
Pode criar maior motivação pela aprendizagem de ciências	90	Potencializa a assimilação da estrutura lógica da atividade	75,6
Construção e compreensão da orientação para a realização da atividade		O aluno aprende gradualmente, sem trauma	82,
Planejamento com fundamentação teórica	90	Contribui com o desenvolvimento do pensamento teórico dos estudantes	90
Oferece maior possibilidade para o trabalho colaborativo e para o trabalho independente	68,4		

Fonte: Dados da Pesquisa (2017).

A maioria dos professores, 90%, assinalou o aumento da motivação dos estudantes. Como dizem Pozo e Gómez Crespo (2012), o principal problema enfrentado por muitos professores é a falta de motivação dos estudantes pelas ciências. Esse resultado é importante se considerarmos que os elementos afetivos são fatores difíceis de serem trabalhados na sala de aula. A motivação para aprender, como elemento estruturante desse tipo de atividade, tem sido uma preocupação constante deles, um desafio que muitos professores não sabem como enfrentar.

Em proporção expressiva, 68,4% dos professores reconhecem que a proposta para formar habilidade pode ajudar na cooperação entre estudantes na aprendizagem e no desenvolvimento do trabalho independente. A colaboração na aprendizagem tem sido destacada por vários autores, como Vygotsky (1987), questão que contribui com o desenvolvimento da convivência e com a comunicação entre os pares, essencial na ressignificação e na apropriação dos conteúdos escolares. Por sua vez, como aponta Galperin (1986), a independência cognoscitiva pode se formar

na passagem da atividade interpsicológica (colaborativa) para a atividade mental (independência cognoscitiva) segundo as etapas da assimilação defendidas na sua teoria.

Uma vantagem à qual 100 % dos professores fizeram menção diz respeito à possibilidade de construir com os estudantes o modelo da ação (B.O.A.), o que ajuda com a atividade consciente e não mecânica. Tudo isso faz dos estudantes sujeitos ativos e interativos de suas aprendizagens e de seu desenvolvimento, conforme aponta Talízina (2001).

A maioria dos professores, 90%, ressaltou como uma vantagem da proposta na formação de habilidades a contribuição com o desenvolvimento do pensamento teórico dos estudantes. De acordo com Talízina (2000), por se tratar de uma orientação geral modelada na invariante da ação, favorece-se a formação de habilidades gerais intelectuais, com alto poder de transferência a situações novas.

Dos professores, 90% avaliaram de forma positiva o planejamento do ensino com base em uma fundamentação teórica que pode nortear, como hipótese de progressão, a atividade de aprendizagem dos estudantes. Esse é um ponto positivo, se considerarmos que, no geral, o planejamento é pouco valorizado na prática docente. Outro aspecto positivo, na opinião de 82% dos professores, foi a possibilidade de o estudante aprender de forma gradual, sem desenvolver uma disposição negativa, uma vez que é assistido, ajudado no momento oportuno. De igual forma, para 75,6% dos professores, essa forma de ensinar possibilita aos estudantes a assimilação da estrutura lógica da atividade, de forma consciente, o que estimula a aprendizagem compreensiva. As falas dos professores denominados como P6, P8 e P9 são representativas do conteúdo das categorias apresentadas na Tabela 3.

P6 – Uma outra vantagem se deve pelo trabalho em grupo, em que o aluno tem, sempre que precisar, o apoio do colega para

aprender o conteúdo, passando a ter autonomia na medida que aprende.

P8 – Ensinar a aplicar um esquema de referências conceituais e de como se faz para a aquisição de um método global de análise do conteúdo a ser aprendido (invariante), ou seja, aprende-se a generalizar e não só a particularizar (fragmentos).

P9 – A motivação. Esta se inicia na primeira etapa, mas também se mantém durante toda a aprendizagem. O uso de situações-problema e o trabalho em grupo podem motivar o estudante, algo tão difícil na escola.

Essas falas tipificam os sentidos que os professores atribuem às vantagens de se ensinar segundo o referencial em discussão.

Tabela 3 - Proporção dos professores segundo as dificuldades para implementar a Experiência Inovadora na Prática Profissional

DIFICULDADES	%	DIFICULDADES	%
Organizar situações problema	72	Quantidade de alunos	100
Heterogeneidade das turmas	54	Quantidade de conteúdos	100
Alto grau de novidade e complexidade, diferente à prática pedagógica	50,4	Falta de materiais didáticos nessa perspectiva	80
Preparação deficiente para estabelecer processos de negociação	76,8	Tempo fragmentado	80
A própria escola que não adere à mudança	60	Falta de conhecimento do sistema de operações da ação	90
A organização do currículo e da própria escola	66		

Fonte: Dados de Pesquisa (2017).

Em relação às dificuldades para se formar a habilidade de tomar decisões, segundo a proposta discutida na experiência, 100% dos professores destacaram ser a quantidade de alunos por turma, assim como a quantidade excessiva de conteúdos a se ensinar definidos nos programas como as maiores dificuldades para essa inovação pedagógica.

Um total de 50,4 % fez referência à novidade da proposta, que precisa de tempo para se incorporar à cultura da prática pedagógica. É relevante o fato de que 90% dos professores assinalaram como uma dificuldade a sua falta de conhecimentos do sistema de operações da ação, o que pode caracterizar uma prática de ensino preocupada com a dimensão conceitual do conteúdo em detrimento da relação explícita e indissociável entre conceito e ação, como se destaca na teoria de Galperin.

Um percentual significativo de professores, 90%, destacaram como um fator que dificulta a inovação pedagógica ao introduzir seus conhecimentos da Teoria de Galperin a organização do currículo escolar e da própria escola. Ao expressar a falta de materiais didáticos na perspectiva teórica discutida, 80% dos professores valorizaram a importância dos livros e de outros materiais didáticos na prática profissional como referência.

O fato de 76,8% dos professores manifestarem dificuldade para ensinar usando como estratégia os processos de negociação de significados e sentidos entre professor e estudantes na construção da Base Orientadora da Ação pode ser um indicador da dificuldade na passagem de um ensino expositivo para um ensino colaborativo, no qual o estudante é sujeito ativo e a comunicação tem um papel essencial na aprendizagem.

A aprendizagem não é um simples processo de recepção de informação. Esse processo exige reelaboração do conteúdo, partindo de um nível de desenvolvimento atual para um outro (Zona de Desenvolvimento Próximo – ZDP), potencializado pela aprendizagem, como chama a atenção Vigotsky (1987). Na prática de

ensino tradicional, no geral, o tempo disponível para a transmissão de informações de um currículo supersaturado não possibilita pôr em prática a aprendizagem na Zona de Desenvolvimento Próximo, o que pode explicar o fato de 80% dos professores considerarem o tempo fragmentado e o excesso de informações a ensinar como os fatores que dificultam a implementação da experiência inovadora.

Uma outra dificuldade destacada por 72% está relacionada com o conhecimento para criar situações-problema autênticas, de interesse dos estudantes nas Ciências Naturais, para formar habilidades de tomar decisões. O planejamento de situações-problema é um conhecimento profissional relevante no contexto de práticas inovadoras e da formação de habilidades como elemento do pensamento e agir estratégico. Na experiência formativa, foi dada ênfase a situações-problema estruturadas na base de contradições dialéticas, como condição de estimular o pensamento. Foi nesse sentido que os professores manifestaram dificuldades para organizar a formação da habilidade de tomar decisões nas aulas de ciências. Como exemplo dos sentidos que os professores atribuem para se implementar a experiência formativa na sala de aula, pode se relacionar o que foi dito pelos professores P1, P2, P3 e P7.

P1 – Na maioria das salas de aula, tem-se um número elevado de alunos para aplicar esse tipo de aprendizagem, o que dificulta o professor estar em vários grupos ao mesmo tempo, o que inviabiliza a mediação do professor.

P2 – A quantidade excessiva de conteúdos, em função da pressão exercida pela escola e programas de vestibulares, torna impossível uma aprendizagem afetiva dos conteúdos, pois falta tempo para a sistematização e para os estudantes darem sentido aos conteúdos.

P3 – *O excesso de conteúdo escolar (currículo) dificulta bastante, pois muitas vezes não há tempo hábil para fazer um trabalho mais detalhado de determinado conteúdo (B.O.A. III), gerando a formação superficial das habilidades. Isso leva a uma generalização particular, pois o professor fornece ao aluno a forma de cumprimento da ação.*

P7 – *A construção da B.O.A. tipo III depende de conhecimentos do professor sobre as operações da ação, o que geralmente não se tem. Isso dificulta se organizar o processo de formação da habilidade.*

Nesses depoimentos, pode-se constatar o conteúdo das categorias estabelecidas e se ter uma visão mais ampla dos sentidos que estão implícitos nesse conteúdo.

Conclusões

A formação de uma habilidade geral, como a tomada de decisões, é um processo complexo, que deve ser planejado pelos professores e para o qual se faz necessário um dado conhecimento profissional. Sendo assim, a pesquisa estudou uma experiência formativa com professores da área de Ciências Naturais para a familiarização com esse tipo de conhecimento profissional, tomando como referência a teoria da assimilação das ações mentais e dos conceitos de Galperin, em especial, o papel da orientação da ação objeto da aprendizagem.

Os resultados mostraram a importância do conhecimento profissional sobre ter consciência do sistema de operações ou invariante operacional da ação como racionalidade para a formação da habilidade como um tipo de atividade. Os professores avaliaram de forma positiva a experiência, em especial, a construção da Base Orientadora da Ação e seu potencial para o trabalho colaborativo

em sala de aula. Apreciaram o potencial da construção da B.O.A. na motivação dos estudantes, uma vez que os coloca na posição de sujeitos ativos e interativos em uma aprendizagem por compreensão. De igual forma, destacaram preferentemente como obstáculo para a inovação didática usando esse referencial a quantidade excessiva de estudantes em salas de aula, assim como o excesso de informações dos programas e o conhecimento insuficiente para organizar situações-problema.

É importante destacar que a experiência formativa se limitou à problemática da compreensão da ação *tomada de decisão* em relação à sua estrutura (modelo da B.O.A.). Nesse sentido, é bom lembrar que compreender não significa saber fazer, apesar de ser uma condição necessária para isso (TALÍZINA, 2000). Na teoria de Galperin, a formação dos novos conceitos e das novas ações mentais supõe um processo de internalização da orientação na zona de desenvolvimento próximo, ou seja, de forma externa, materializada, social, para um plano mental, intrapsicológico, o que, na opinião de Galperin, não deve ser espontânea e sim planejada, de acordo com etapas e indicadores de qualidade desejados da ação. Por isso, após o momento de elaboração ou de reformulação da orientação, vem todo um processo de sistematização, de internalização da nova ação e do novo conceito.

O sucesso da teoria de Galperin, nas escolas, depende, dentre outros fatores, da formação dos professores para inovar suas práticas pedagógicas, promover atividades de pesquisa, tomando esta teoria como uma de suas referências, e incorporando esse saber na base de conhecimentos que configura a identidade profissional docente.

Referências

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1997.

GALPERIN, P. Ya. Tipos de orientación y tipos de formación de acciones y de los conceptos. In: ROJAS, L. Q. (Comp). **La formación de las funciones psicológica durante el desarrollo del niño**. Tlaxcala: Editora Universidad Autónoma de Tlaxcala. 2001, p.41-56.

_____. Stage-by-Stage Formation as a Method of Psychological Investigation. **Journal of Russian and East European Psychology**, v. 4, n. 30, p.60-80, jun. 1992.

_____. Sobre El método de formación por etapas de las acciones intelectuales. In: ILIASOV, I. I.; LIAUDIA, V. Ya. **Antología de La Psicología y de las Edades**. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1986, p.114-118.

LEONTIEV, A. N. **Atividade, Consciência, Personalidade**. La Habana: Editorial Pueblo y Educación. 1985.

NÚÑEZ, I, B. **Vygotsky, Leontiev e Galérin**. Princípios didáticos e formação de conceitos científicos. Brasília: Liber Livro, 2009.

NÚÑEZ, I, B; RAMALHO, B. L. **A teoria da Formação Planejada das Ações Mentais e dos Conceitos de P. Ya. Galperin**: contribuições para a Didática Desenvolvimental. Obutchenie. V1. n1. jan/julh 2017, p.1-29.

PIEL, E. J. Decision-making: a goal of STS. In: YAGER, R. E. (Ed.). **The science, technology, society movement**. Washington, DC: National Science Teachers Association, 1993, p.147-52.

POZO, J. I.; GÓMEZ CRESPO, M. A. A falta de motivação dos alunos pelas ciências. **Patio**. Ano IV. Março/maio. p.6-10, 2012.

TALÍZINA, N. F. Mecanismos psicológicos de la generalización. **Acta Neurol Colomb.** v.24, n.2. Junio. Suplemento (2-1). p.76-87, 2009.

_____. **Manual de Psicología Pedagógica.** Editora de la Facultad de Psicología. San Luis Potosí, S. L. P, 2000.

VIGOTSKY, L. S. **Historia del desarrollo de las funciones psíquicas superiores.** La Habana: Editorial Científico Técnico, 1997.

10



DIALOGANDO SOBRE INCLUSÃO COM PROFESSORES DE QUÍMICA NO ENSINO SUPERIOR

Gina de Oliveira Mendonça Bohnert
Gerson de Souza Mól

Introdução

As políticas públicas de inclusão tem proporcionado grandes avanços na Educação Formal. Iniciada há algumas décadas, a inclusão de alunos com Necessidades Educacionais Específicas – NEE¹ **é hoje realidade não só na** Educação Básica, mas também no Ensino Superior.

Entendemos que os desafios da docência existem e fazem-se presentes no dia a dia de trabalho dos professores. Como colocado por Isaia e Bolzan (2009), os professores normalmente assumem

1 Optamos por utilizar a expressão “Pessoas com Necessidades Educacionais Específicas -NEE” por considerarmos mais abrangente, uma vez que inclui as pessoas com deficiência, com transtornos ou altas habilidades.

a docência a partir do conhecimento específico de suas áreas de formação e atuação, centrando mais em suas especialidades, desconsiderando a função docente que está claramente vinculada ao compromisso formativo da Educação Superior.

Acreditamos que momentos de estudos, debates e compartilhamento de boas experiências entre os pares podem ser ricos, tanto para acolher o docente como para contribuir com novos fazeres pedagógicos.

Nesse contexto da inclusão escolar a preocupação com a necessidade de preparar os professores para a diversidade em suas salas de aula é cada vez maior. Por isso, essa temática **é cada vez** mais presente nos cursos de licenciaturas.

O primeiro objetivo deste nosso trabalho foi conhecer melhor o contexto da inclusão nos cursos de Química da Universidade de Brasília – UnB. No contexto dessa problemática, buscamos compreender em que medida uma ação formativa para professores de Química no Ensino Superior poderia contribuir para que esses profissionais compreendessem melhor a inclusão escolar e como poderiam atuar de forma que seu fazer pedagógico fosse mais inclusivo. Desta forma, buscamos avaliar as potencialidades e desafios de uma ação formativa com docentes dos cursos de Química da Universidade de Brasília, com vistas a contribuir para reflexões e conhecimentos acerca da inclusão de estudantes com NEE em disciplinas do Instituto de Química da UnB.

Apresentamos no tópico seguinte o que entendemos por inclusão.

2. Diversidade e inclusão

A diversidade é uma condição humana que nos constitui. Somos diferentes, pensamos de formas diferentes, agimos de formas diferentes, vivemos e apreendemos o mundo de formas diferentes. Portanto, nossa individualidade está intimamente

ligada à diversidade. Segundo Carvalho (2006), a inclusão na educação parte de pressupostos como o reconhecimento da diversidade para produzir transformações que possam, não apenas compreender e aceitar, mas valorizar a diversidade dos estudantes pela singularidade de cada um, considerando que formar profissionais exige, sobretudo, respeitar seus diferentes saberes, limitações e potencialidades.

A partir dos direitos assegurados pela atual Constituição Federal (BRASIL, 1998), surgiram muitas políticas públicas, conquistadas por grupos sociais, em prol dos direitos humanos e do combate à discriminação. Em seu artigo 205, está escrito que “deve haver educação para todos, para que as pessoas possam conviver normalmente, atendendo a diversidade humana”.

Apesar disso, observamos que, infelizmente, a realidade da população brasileira está pautada na desigualdade, com a discriminação e exclusão de muitos grupos.

As relações entre direitos humanos e diversidade são muito amplas, pois tratam de direitos e garantias sociais em razão de questões étnico-raciais, religiosas, de gênero, de orientação sexual, de condição física ou intelectual, dentre outras. Nesse trabalho, limitamos nosso foco à inclusão de pessoas com Necessidades Educacionais Específicas – NEE, em função de alguma deficiência ou transtornos. Além disso, restringimos nosso estudo ao ambiente educacional dos cursos de Química da Universidade de Brasília.

Segundo Carneiro (2015), o termo educação inclusiva chega a ser paradoxal em uma sociedade que possui como princípio básico constitucional a igualdade. Tal adjetivo faz-se necessário, porém, em virtude de uma realidade histórica na qual a educação brasileira sempre esteve pautada pela exclusão. Infelizmente, apesar dessa exclusão ter diminuído ela ainda não está presente em nossa sociedade.

Nas Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica (BRASIL, 2001) a inclusão é definida como

sendo a garantia do acesso continuado ao espaço comum de vida em sociedade, a qual é orientada por relações de receptividade à diversidade humana e às diferenças individuais, em um esforço de equidade de oportunidades desenvolvimentais em todas as dimensões da vida.

Concordamos com Carneiro (2015), quando afirma que as mudanças sociais ocorrem de forma processual. Ou seja, trata-se de algo naturalmente lento, que não acontece simplesmente em virtude de decretos e para que uma sociedade seja inclusiva, em seu sentido amplo, é necessário criar condições reais de convivência com todos.

Acreditamos que em um ambiente inclusivo a diversidade não só é aceita como também é vista como enriquecedora do processo educacional. Concordamos que uma instituição educacional que todos inclui considera que a aprendizagem é um processo e, portanto, como uma vivência que não se harmoniza com a ideia de interrupção. Considera a aprendizagem na qual o estudante, enquanto sujeito da ação, está continuamente sendo formado, ou melhor, formando-se, construindo significados a partir das relações com outras pessoas e com a natureza (BRASIL, 2013).

Segundo Vigotski (1989), as interações sociais são fundamentais para a construção da aprendizagem de qualquer pessoa, independente das diferenças que ela possui. Assim, “as diferenças não são problemas para a experiência escolar, mas antes disso, elas potencializam, ampliam e transformam o que somos, nossas possibilidades de ensinar e aprender” (SILVA; RIBEIRO; MIETO, 2010, p. 206). Nessa concepção, o ambiente escolar é rico justamente por ser diverso.

Carneiro (2015) reforça o valor da diversidade no ambiente educacional, colocando o fato de a diferença ser a maior marca da humanidade e que a convivência não se resume a dividir o mesmo espaço físico. É imprescindível perceber o outro e saber se colocar no lugar do outro. É importante ouvir e valorizar experiências

diferentes. A inclusão de todos não se limita a compartilhar o mesmo espaço, tolerar e aceitar. Vai além. Para incluir, é necessário valorizar as diferenças.

Assumido o respeito às diferenças, é importante considerarmos a ação docente, o que faremos a seguir, para entendermos melhor a inclusão no espaço da formação profissional.

3. Profissão docente

Acreditamos que as mudanças sociais sempre exigem novas reflexões.

Mudanças sociais relacionadas à inclusão exigem transformações no ambiente educacional em virtude da necessidade de pensarmos a inclusão como um processo natural. A partir da compreensão de que somos diversos em nossa constituição compreendemos que a ação educativa necessita ser diversificada. Só assim dará conta das diferentes maneiras de aprender das pessoas, independentemente das suas necessidades educacionais, que, por serem singulares, devem ser consideradas sempre especiais (SOUZA, 2016). Nessa perspectiva, entendemos que é importante e necessário repensar a formação de professores.

Destacamos que, apesar desta importante discussão, este trabalho não teve a pretensão de fazer formação continuada, mas sim de iniciar o debate e a reflexão acerca do tema com professores do Instituto de Química da Universidade de Brasília.

Consideramos a formação de professores um tema de extrema relevância, seja ela inicial ou continuada. Neste estudo, porém, nos limitamos a refletir ações que podem contribuir para a formação e atuação daqueles profissionais já inseridos no ambiente de trabalho educativo.

De acordo com Nóvoa (1992), a formação docente não acontece por meio do acúmulo de cursos, conhecimentos, técnicas; a formação ocorre por meio do trabalho reflexivo acerca das práticas,

além de uma permanente reconstrução da identidade pessoal do professor.

O que nos leva a refletir sobre a necessidade de se pensar a prática docente considerando a importância do saber que vem da experiência e do ambiente de trabalho, sendo esse também um espaço de aprendizagem, no qual se produz saber por meio do compartilhamento de experiências entre os pares. Assim, o professor assume ao mesmo tempo o papel de formador e formando. De fato,

Para a formação de professores, o desafio consiste em conceber a escola como um ambiente educativo, onde trabalhar e formar não sejam atividades distintas. A formação deve ser encarada como um processo permanente, integrado no dia-a-dia dos professores e das escolas, e não como uma função que intervém à margem dos projetos profissionais e organizacionais. (NÓVOA, 1992, p. 29).

Na sociedade atual, são questionáveis modelos educacionais pautados na “transmissão” de conceitos. É preciso trabalhar habilidades diversificadas dos estudantes. Favorecer a cooperação em detrimento da competição e do individualismo. Para isso, Imbernón (2009) coloca que a formação permanente deve privilegiar a capacidade dos professores de gerar conhecimento pedagógico nas próprias instituições educativas. Isso dotará o profissional de maior autonomia e confiança.

Questões sociais como diversidade, cidadania, preservação do ambiente e inclusão são temas a serem valorizados e trabalhados, de forma contextualizada, no ambiente educacional. Situações problema dentro das instituições podem motivar a formação dos professores, influenciando práticas reflexivas.

Para Nóvoa (1992), é preciso ser feito um esforço de troca e partilha de experiências de formação, realizadas por escolas e

instituições de Ensino Superior, criando uma nova cultura de formação de professores no ambiente de trabalho.

4. Aspectos metodológicos e resultados da pesquisa

Nesse trabalho optamos pelo uso de metodologias de pesquisas qualitativas. Oliveira (2014) conceitua a pesquisa qualitativa como sendo “um processo de reflexão e análise da realidade através da utilização de métodos e técnicas para compreensão detalhada do objeto do estudo em seu contexto histórico e/ou segundo sua estruturação” (p. 37).

Ainda de acordo com Oliveira (2014), a pesquisa qualitativa apresenta cinco principais características: ambiente natural como fonte direta de dados; pesquisador como instrumento fundamental; caráter descritivo; significado que as pessoas dão às coisas e à sua vida; e enfoque indutivo.

Minayo (2014), ao fazer uma análise do contexto histórico da pesquisa social, afirma que esse enfoque nasceu de grupos contestadores das desigualdades produzidas pela sociedade industrial. Ao fazermos um estudo do contexto histórico da exclusão, pois é a partir dela que se faz necessário falar em inclusão, somos remetidos a todo tipo de injustiça das quais pessoas com necessidades específicas foram vítimas e, muitas vezes, ainda o são. Pensamos que a exclusão total ou parcial dessas pessoas no ambiente educacional, ao longo do tempo, justifica uma pesquisa social, a qual busca analisar não apenas números, mas também relações entre diferentes sujeitos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem, tentando compreender as percepções e opiniões, em um ambiente educacional inclusivo.

Nosso trabalho de pesquisa se deu a partir de uma ação formativa sobre questões relacionadas à inclusão desenvolvida com professores e servidores do Instituto de Química da UnB, com objetivo de investigar suas potencialidades.

Inicialmente, por meio de um questionário eletrônico encaminhado a todos os professores e servidores do Instituto de Química, buscamos conhecer a visão e a opinião desses sobre a inclusão. Também aproveitamos o questionário para levantar o interesse e disponibilidade de horários para participarem de uma ação formativa a ser realizada no âmbito do Instituto de Química.

A ação aconteceu por meio de um encontro com duração de duas horas e meia em horário que buscamos contemplar o maior número de interessados. Com o consentimento de todos os participantes, foi feita a gravação em áudio, após assumirmos o compromisso de que, apesar de utilizarmos as falas em estudos acadêmicos, as identidades dos participantes seriam sigilosas.

Nessa formação, foram abordadas questões relativas a saberes acerca da inclusão de alunos com Necessidades Educacionais Específicas que, diferentemente do que acontecia há décadas atrás, chegam na universidade para obterem uma formação profissional superior.

A ação formativa ocorreu por meio de um encontro orientado pela fala dos dois pesquisadores, autores desse texto, mas com intervenções dos participantes para questionamentos e contribuições. Ao final, foi solicitada uma avaliação verbal dos participantes para que pudéssemos estimar o potencial da ação formativa.

4.1 Percepções dos professores antes da ação formativa

Com o objetivo de conseguir o maior número possível de participantes, foram feitas duas consultas prévias, via formulário do *google forms*, encaminhadas por e-mail aos sessenta docentes e aos trinta e oito servidores/técnicos do Instituto.

Recebemos respostas de quatorze profissionais com interesse em participar. Eles indicaram seus melhores horários e datas. Analisamos e optamos por um dia e hora no qual conseguiríamos reunir o maior público.

Também no referido questionário, com o objetivo de conhecermos um pouco de suas percepções em relação a inclusão, solicitamos que respondessem a seguinte questão, antes da ação formativa: Gostaríamos de saber sua opinião sobre a presença de estudantes com Necessidades Educacionais Específicas – NEE (cegos, surdos, dislexos e outras deficiências ou transtornos) nos cursos de Química.

Após leituras atentas desse material, foram identificadas informações relevantes para a pesquisa. Dividimos as respostas em quatro categorias, sendo elas:

1. Favorável à inclusão;
2. Favorável à inclusão, com ressalvas;
3. Favorável à inclusão, mas com dúvidas em como promovê-la;
4. Não favorável.

A maior parte dos docentes e servidores que responderam ao questionário mostraram-se favoráveis a inclusão de estudantes com NEE nos cursos superiores de Química. As falas apresentadas a seguir representam bem essa categoria:

Acho interessante e muito enriquecedor para eles que vencem seus desafios e limitações e para nós que podemos contribuir para o seu conhecimento e sua formação.

A educação é um direito e todos temos necessidades específicas. A sociedade é diversa, portanto a sala de aula também deve sê-lo.

Os alunos com necessidades especiais estão no curso de Química como em qualquer outro curso, pois tem os mesmos direitos dos demais ao ensino superior público.

Podemos depreender dessas falas que tais docentes são a favor da política de inclusão e demonstram boa aceitação. É possível

inferir, pelos conteúdos de suas falas, que a presença dos alunos com necessidades específicas nos cursos de Química não os assusta. O fato de muitas falas remeterem ao direito de todos com igualdade demonstra conhecimento do amparo legal ao aluno com deficiência ou transtorno, como definido nos objetivos fundamentais da Constituição Federal (BRASIL, 1988).

Um quarto de docentes e servidores técnicos que responderam ao questionário mostraram-se favoráveis à inclusão, porém, apresentaram algumas ressalvas em suas falas, como nas que seguem abaixo:

Acredito que a natureza do curso traz algumas limitações, mas no campo do saber não existem limites.

Depende muito da deficiência, podem ser necessárias inúmeras adaptações, mas é válido tê-los. Oportunidades para todos.

Como uma Universidade Pública, em princípio, o curso deve estar disponível para qualquer pessoa. Contudo, é necessário avaliar se a limitação não impede o aluno de desenvolver as atividades típicas da Química em segurança.

Dois docentes/servidores se mostraram favoráveis à inclusão, deixaram, porém, bem clara a dificuldade que possuem em promovê-la de fato em suas aulas. Como podemos conferir nas falas:

Acho interessante e pertinente, mas confesso não saber como lidar da forma mais adequada. Gostaria de ter mais informações sobre como lidar com estes alunos.

(...) Posso muitas dúvidas sobre como orientar os alunos especiais.

Apenas um dos sujeitos que responderam essa questão, se mostrou contra a presença de alunos com necessidades educacionais específicas nos cursos superiores de Química, ao afirmar que:

Por motivo de segurança, entendo que algumas pessoas não podem frequentar um curso de Química que, em boa parte, é de natureza experimental.

Ressaltamos que os trechos transcritos acima fazem parte das respostas dadas pelos servidores e docentes à questão colocada no questionário de consulta prévia. Tal questionário tinha como primeiro objetivo convidá-los a participar do encontro e verificar melhor data e horário para sua realização, além de levantar algumas de suas ideias. Tal questão foi também colocada, para que pudéssemos conhecer previamente a opinião dos possíveis participantes acerca do tema central da ação formativa, o que nos guiou inclusive para a preparação desse momento.

No tópico seguinte apresentamos a análise das falas dos participantes da ação formativa.

4.2 Análise de dados da ação formativa.

Aqui apresentamos os saberes trazidos e construídos, ou reelaborados no decorrer da ação formativa. Utilizamos para isso, o material da gravação feita do encontro, além das respostas apresentadas à questão da consulta prévia, registros do diário de campo e informações do questionário aplicado ao final do encontro formativo.

Início do encontro: Por que discutir sobre Inclusão?

Iniciamos o encontro debatendo a respeito de ainda discutirmos inclusão. Entendemos que conversar sobre tal tema é

pertinente e se faz necessário na atualidade, em virtude de ainda existir a exclusão dessas pessoas. Focamos a conversa na inclusão dos estudantes com NEE nos cursos superiores de Química, a partir de algumas questões propostas para reflexão: existe a possibilidade de um daltônico ser químico? de um cego ser químico? de um tetraplégico ser químico? e de um surdo ser químico?

Debatemos cada caso buscando exemplos como o do próprio John Dalton, um dos pais da Química, ser daltônico e ser de seu nome que nasceu a expressão. Dalton fez um grande estudo sistemático sobre o assunto ao descobrir que tinha tal característica. Debatemos também a constante frequência de alunos daltônicos nos cursos do Instituto de Química e como fazem para resolver problemas como, por exemplo, perceber a viragem de um indicador numa titulação. Ao se abordar a questão de cegos serem químicos, foi possível perceber que trabalhar com alunos com deficiência visual causa insegurança aos docentes, tendo em vista que alguns dos presentes relataram terem sido professor da aluna de um dos cursos que tem baixa visão, mas que consegue superar as dificuldades que se apresentam.

Diante disso, buscamos, nesse momento do encontro, refletir a ideia pré-estabelecida de que a deficiência, principalmente a visual, é complexa e difícil de lidar. Abordando estudos como o de Masini (1994), que sugere que:

O professor que tenha um aluno com deficiência visual em sua sala de aula, ao invés de superprotegê-lo, deve estimulá-lo ao esforço pessoal e à conquista de sua própria autonomia, não deixando de considerar, contudo, que a intervenção e a mediação se fazem necessárias em muitos momentos. Enquanto mediador da aprendizagem deve estar pronto para desfazer barreiras e construir possibilidades no caminho do aluno. (p. 69)

Algumas falas, a seguir, dos participantes da ação formativa expressam as opiniões a respeito das questões colocadas, em especial para a que trata da possibilidade de um cego ser químico. Os nomes que apresentamos são fictícios.

Eu acho que é possível sim. Fica difícil a parte experimental, mas a Química não é só isso. E dependendo do interesse da pessoa ela vai buscar aquilo que ela dá conta. Mas acho que é possível e inclusive a pessoa pode ajudar muito a captar conceitos, modelos. A Química trabalha com um nível de tanta abstração... (Maria).

Por um lado, eu acho que sim, porque a gente trabalha muito no nível que não é acessível aos olhos, em um nível de abstração, então não acho que impede de a pessoa estudar. Mas por outro lado, quando vamos para o laboratório eu não sei como lidar, porque as vezes é difícil você monitorar os alunos que enxergam, então eu teria que fazer uma adaptação que eu não sei de que tipo seria. (Ana)

Eu acredito que possa haver um pouco de dificuldade na parte experimental e eu penso assim, na forma dos laboratórios, eu entendo que é difícil a participação de uma pessoa com deficiência visual. Mas existem tecnologias que você pode adaptar para o laboratório para permitir que a pessoa participe e faça a execução da parte experimental. Então, se usarmos a tecnologia para solucionar a parte experimental acabou o problema. Ou seja, utilizamos a tecnologia para adaptar. (Pedro)

Foi possível perceber, pelas falas durante a ação formativa, que todos os participantes acreditam ser possível um cego ser Químico, apesar de frisarem a possível dificuldade na parte experimental. Pedro, porém, adiantou uma forma de adaptação:

o uso da tecnologia para promover a autonomia do estudante. Uma questão muito importante, que foi tema de debate durante o encontro. A esse respeito, Melo e Gonçalves (2013) apontam que **é importante conjugar tecnologia e autonomia**. A utilização de diferentes recursos tecnológicos disponíveis atualmente favorece a promoção da inclusão do estudante com diferentes deficiências em salas de aulas. Discutimos também a importância de se ouvir os estudantes, entender como eles aprendem, quais suas dificuldades e facilidades, já que cada ser humano é único e a forma de aprender é sempre individual. Sobre isso, Melo e Gonçalves (2013), pontuam que

É fundamental – partindo do princípio de que vivemos numa ampla diversidade humana, que cada indivíduo possui singularidades e que a condição de deficiência presente nas pessoas deve ser entendida como parte desse contexto – conhecer sobre essa condição para que possamos atuar de forma adequada visando a assegurar, potencializar e estimular o desenvolvimento e a aprendizagem dessas pessoas. (p. 87)

Em diversos momentos do debate, os participantes se reportaram a experiência com a aluna com deficiência visual do Instituto de Química. Alguns dos presentes foram professores da referida aluna e duas docentes relataram:

A gente tem um caso quase assim aqui no IQ. Eu fui professora dessa aluna e foi um grande desafio. Eu fui professora de laboratório e eu cheguei para a aluna e disse: você vai me ensinar como vou te dar aula porque eu não sei como vou fazer. Eu não sei como é para você. Então me fala o que você consegue fazer, o que você não consegue fazer, o que você tem dificuldade que a gente vai aprender juntos

caso a caso. Como a menina é super esforçada e dedicada, ela tem uma postura de quem já vem batalhando, então ela até tem uma postura meio áspera, porque deve ter passado por muitas barreiras, deu pra ir. E pra mim foi uma bela aprendizagem. Eu acho que a pessoa sendo teimosa ela faz qualquer coisa (Júlia).

Porque a gente tem um caso aqui na Química, uma aluna que não tem a visão lateral, mas ela consegue acompanhar as aulas de laboratório, eu tive oportunidade de acompanhar duas aulas de laboratório com ela, e ela é inclusive bem participativa. Acho que as vezes até mais que os alunos que tem a visão perfeita (Flávia).

Os relatos apresentados pelas professoras mostram exatamente o que foi discutido e defendido por Melo e Gonçalves (2013) quando trazem que é fundamental conhecer a respeito da condição da pessoa para se promover a inclusão. Acerca disso, acrescentamos a contribuição de Vigotski (1997) ao afirmar que o desenvolvimento humano é regido pelas leis da diversidade. Para o autor, o desenvolvimento não está relacionado ao fator físico ou sensorial, mas às alternativas criativas de apropriação das ferramentas culturais. O uso de atividades coletivas e colaborativas pode ser o caminho para minimizar as dificuldades inerentes as condições individuais de cada sujeito.

4.3 Os direitos dos estudantes com Necessidades Educacionais Específicas - NEE

Para uma melhor compreensão do tema, consideramos válido tratar na ação formativa de alguns pontos importantes, tanto da Legislação brasileira e internacional, como de alguns ATOS normativos da Universidade de Brasília que trazem pontos específicos sobre a inclusão dos estudantes com NEE.

Por ser política pública brasileira, a inclusão de estudantes com NEE é direito garantido por lei. Destacamos alguns artigos da Constituição Brasileira, como o Art. 205 (BRASIL, 1988), o qual define que, “deve haver educação para todos, para que as pessoas possam conviver normalmente, atendendo a diversidade humana”. A Lei 13.146/2015, conhecida como Lei brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (BRASIL, 2015), trouxe avanços nos direitos da pessoa com deficiência em vários aspectos, inclusive no educacional, ao colocar, por exemplo, em seu art. 27 que “A educação constitui direito da pessoa com deficiência, assegurados sistema educacional inclusivo em todos os níveis e aprendizado ao longo de toda a vida”.

Na busca de atender as necessidades específicas dos estudantes da Universidade de Brasília, foi criado o Programa de Apoio a Pessoa com Necessidades Especiais – PPNE/UnB –, instituído por meio de ATO da reitoria em 1999. O objetivo desse programa é viabilizar o apoio ao estudante com deficiência ou transtorno regulamentado por duas Resoluções do Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão -CEPE: a Resolução CEPE n. 48/2003, que dispõe sobre os direitos acadêmicos de alunos regulares Portadores de Necessidades Especiais – PNE da UnB e da Resolução CEPE n. 10/2007 que cria o Programa de Tutoria Especial – PTE, normaliza o apoio acadêmico a estudantes com necessidades especiais e dá outras providências.

Em relação à Resolução n. 10/2007 (UnB, 2007), que criou o Programa de Tutoria Especial – PTE, que é um apoio realizado pelos colegas, sob a supervisão do professor da respectiva disciplina, alguns professores relataram já terem utilizado o apoio de tutores em suas aulas. A professora Júlia, por exemplo, relatou que sua aluna a informou do direito que tinha de ter um tutor e a própria estudante sugeriu uma colega de turma. A professora disse ter tomado ciência da tutoria dessa forma. Já a professora Maria,

disse acreditar que a tutoria pode ser mais eficiente se o tutor for um aluno que já cursou a disciplina.

Em relação à tutoria, nos dedicamos a discuti-la com mais profundidade em virtude de sua importância para a inclusão do estudante com necessidades específicas em classes regulares. Avaliamos que se trata de uma excelente oportunidade de se colocar em prática os ensinamentos de Vigotski. Isso porque acreditamos que a tutoria, por ser uma interação entre os pares, uma vez que é um apoio dado pelos colegas de curso ao aluno com necessidades específicas, com o acompanhamento do docente, mostra-se como sendo um excelente meio de promoção de interações sociais, tão bem defendidas nos trabalhos desse estudioso. De acordo com Vigotski (2011), “o desenvolvimento cultural é a principal esfera em que é possível compensar a deficiência” (p. 1). Dessa forma, ao se estabelecer uma relação aproximada com os postulados de Vigotski sobre o ensino e a aprendizagem, confere-se grande valor a atividade conjunta, a relação de cooperação entre alunos e entre esses e seus professores e, por consequência, a perspectiva da inclusão social e educativa.

As redes de apoio da Universidade de Brasília

Destacamos, também, a importância de docentes e servidores conhecerem as redes de apoio da Universidade. Isso porque, torna-se inviável entender e conseguir lidar com todas as questões inerentes a diversidade humana, sem interações e interlocuções. Nesse sentido, é valioso o trabalho colaborativo, apoiando-se uns nos outros e sobretudo, para saber onde buscar o apoio especializado para atender as necessidades educacionais específicas demandadas pelos estudantes. Integra-se a esse apoio ao estudante com NEE na UnB, além do PPNE, o Projeto da Biblioteca Digital Sonora, que oferece os recursos de acessibilidade para os

estudantes com deficiência visual, além da oportunidade de formação em Tecnologia Assistiva –TA². Integram-se também aos serviços de apoio ofertados pela UnB a estudantes com deficiência visual, os serviços especializados de digitalização de textos e livros, impressão em braille, entre outros, ofertados pelo Laboratório de Apoio ao Deficiente Visual – LDV – que está na Faculdade de Educação.

4.4 Avaliação do encontro de ação formativa

Acreditamos que, como colocado por Nóvoa (1992), a formação ocorre é por meio do trabalho reflexivo acerca das práticas, trocas que podem favorecer oportunidades de uma permanente reconstrução de ideias e de identidade pessoal do professor. Apesar da pretensão que tivemos de realizar apenas uma reunião com caráter de ação formativa, são inegáveis as contribuições que um momento de estudo, debate e reflexões em grupo podem gerar.

Como instrumento avaliativo da ação formativa, utilizamos um questionário do *google forms*, que foi encaminhado aos participantes após o encontro. Suas respostas foram analisadas e serão discutidas a seguir.

Pontos fortes da ação formativa

Para discutir a avaliação do encontro formativo, utilizaremos os dados obtidos por meio dos questionários respondidos pelos participantes após o curso, além da gravação realizada durante a ação e dos registros do diário de campo.

2 Tecnologia assistiva é um termo utilizado para identificar todo o arsenal de recursos e serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e consequentemente promover vida independente e inclusão.

Elaboramos um texto com orientações pedagógicas simples e motivadoras para o momento da ação formativa, com o intuito de que os participantes pudessem compreender aspectos gerais sobre as necessidades educacionais específicas dos estudantes, suas singularidades no contexto do processo de aprendizagem. Nesse sentido, demos relevância à postura inclusiva de professores e servidores como perspectiva para a inclusão efetiva destes estudantes nos cursos superiores de Química. Buscamos também sensibilizar os participantes para o fato de que os estudantes com NEE já estão, por mérito próprio, nos cursos. É sabido que é crescente o ingresso desses estudantes em cursos na UnB e eles têm o direito de concluírem seus cursos com qualidade.

Ao analisarmos os dados obtidos no decorrer do encontro, destacamos algumas informações e relatos dos participantes que reforçam esse direito. Algumas falas, apresentadas a seguir, destacam perspectivas de ensinar os componentes curriculares de suas disciplinas a esses alunos da inclusão.

Acredito que sim. Mas pra isso precisa de uma ajuda e boa vontade coletiva, do professor e aluno envolvido conjuntamente com a Universidade (Cátia).

A depender da necessidade educacional de cada aluno, sim, é possível (Flávia).

Sim, desde que se use tecnologias de ensino adequadas e que se tenha apoio de pessoal, em especial de alunos colegas dos estudantes com necessidades especiais (Pedro).

Sim. Como discutido no dia do encontro, há possibilidade de ensinar os componentes curriculares do curso de Química a alunos com necessidades específicas. Porém, para que isso seja feito de forma significativa, é preciso que a gente repense a estrutura do curso, o que inclui, por exemplo, ênfase nas atividades práticas. Além disso, é preciso repensar as metodologias

de ensino para que possamos atender de forma justa todos os alunos (Ana).

Tais falas coincidem com as ideias de Masini (1994) e Melo e Gonçalves (2013), que, dentre outros autores, incentivam o uso da tecnologia como meio de promover a inclusão, ao dar autonomia aos estudantes. Além do trabalho em conjunto entre professor e aluno e entre esse e seus pares. Foram indagados também se como professor viessem a ter um estudante com deficiência visual ou auditiva em sua sala conseguiriam incluí-lo. Para essa questão, obtivemos respostas como as apresentadas a seguir.

Não tenho certeza, tentarei auxiliá-lo ao máximo. Mas após o encontro que vocês promoveram agora percebo que, no caso do deficiente visual, eu posso melhorar meus slides e tenho agora o conhecimento que existe um órgão específico na Universidade que pode auxiliar (Cátia).

Sim, desde que tenha algum suporte técnico e pedagógico da Universidade para facilitar a adaptação do conteúdo ao aluno (Roberto).

Sim, mas para isso preciso antes conhecer o aluno, conversar com ele particularmente para buscar a melhor forma de conseguir sua inclusão no processo de aprendizagem (Pedro).

Em relação à inclusão desses alunos, eu estaria disposta a fazer o que estivesse ao meu alcance como, por exemplo, buscar metodologias de ensino que favorecesse o processo de aprendizagem deles, recorrer a outros órgãos em busca de suporte e conversar com os alunos a fim de entender suas dificuldades. Mas, embora tenha disposição e interesse em atender tais alunos, acredito que, em um primeiro momento, haveria grandes dificuldades em incluí-lo de forma significativa. Isto porque não tenho

conhecimentos suficientes nessa área para atuar diretamente com alunos com necessidades especiais, logo eu precisaria me adaptar a prática de ensino a tais alunos (Ana).

Tais relatos nos levam a inferir que todos os participantes da atividade têm sensibilidade e consciência da importância e necessidade de se fazer adaptações com vistas a incluir os estudantes com necessidades específicas em suas aulas. Um dos participantes faz referência ao PPNE, ao dizer que: *tenho agora o conhecimento que existe um órgão específico na Universidade que pode auxiliar*. Essa fala docente nos leva a inferir que ele não tinha conhecimento da existência do PPNE na Universidade de Brasília, programa que foi instituído em 1999, mas que só em nossa ação formativa soube dessa existência. Como um dos nossos objetivos com a ação formativa era também aproximar o PPNE dos docentes e servidores do Instituto de Química, acreditamos que tal objetivo foi alcançado, pelo menos em parte, já que apenas tomar ciência não é o suficiente, mas é, sem dúvida alguma, o primeiro passo.

Constatamos que as falas dos participantes da ação formativa vão ao encontro às ideias de autores como Masini (1994) e Vigotski (2011), que defendem a importância do estímulo pessoal ao estudante para que ele conquiste sua autonomia, considerando sempre a necessidade da intervenção e mediação feitas pelo docente.

Perguntados, se mudariam algo em suas práticas ao trabalhar com estudantes com necessidades educacionais específicas, docentes e servidores apresentaram as seguintes respostas:

Sim, tentaria auxiliar (Cátia).

Sim. A depender da necessidade específica, é fundamental a mudança, de forma a facilitar o seu aprendizado (Flávia).

Sim, iniciando por colocar no Plano de Ensino a minha disposição em atender particularmente, em minha sala no IQ, os alunos com necessidades especiais (Pedro).

Sim. Acredito que a prática pedagógica não possa ser algo rígido e aplicável a todos alunos, sem levar em consideração as necessidades e potencialidades de cada aluno. Então, ao lecionar para alunos com necessidades específicas, julgo ser fundamental o professor repensar a sua prática, e modificá-la e adequá-la ao perfil dos alunos (Ana).

São ideias que vão de encontro ao que defende Carneiro (2015) que afirma que para incluir, é importante que ocorram mudanças sociais. É imprescindível que se repense as práticas pedagógicas.

Solicitamos por fim que os participantes avaliassem o encontro de formação e que manifestassem opinião sobre o interesse em compor um grupo de estudos e pesquisas, no Instituto de Química, a fim de debater a temática. As respostas estão apresentadas a seguir:

Avalio o encontro com nota 10 (Cátia).

Minha nota para o encontro é 10 (Flávia).

Nota 9. O encontro foi muito esclarecedor. Eu não tinha ideia que a Universidade tinha um “órgão” específico de ajuda. Tal encontro me esclareceu sobre as diversas categorias de pessoas com necessidades específicas e que dificuldades tais pessoas podem ter no aprendizado (Pedro).

Nota 8. O encontro me ajudou a conhecer órgãos presentes na Universidade que dão suporte aos alunos com necessidades especiais. Porém, o fato de não termos muito tempo para a discussão, impossibilitou que nos aprofundássemos as nossas discussões sobre como

trabalhar com esses alunos. Embora eu entenda e reconheça que não há uma ‘receita’ para lidar com tais situações, acredito que trazer exemplo mais concretos sobre os trabalhos com esses alunos possa contribuir para o entendimento dos demais professores sobre inclusão (Ana).

Compreendemos as evidências trazida pelas respostas dos participantes como indicadoras de que ações formadoras podem facilitar o desenvolvimento de uma postura inclusiva dos professores e concordamos com o grupo no fato de que apenas um encontro é muito pouco para a discussão de temática com tamanha relevância. Reiteramos que o propósito do estudo, como já colocado, não foi o de desenvolver uma formação continuada, mas de iniciar a discussão, sensibilizar e, após avaliar o potencial da ação, propor novas ações e oportunidades para formação e grupos de estudos sobre a temática da inclusão. Nessa perspectiva, consideramos o resultado positivo, já que o debate no Instituto de Química foi iniciado. Muitos professores sequer tinham conhecimento de que existem profissionais dentro da Universidade que se dedicam a trabalhar para a inclusão de alunos com necessidades educacionais específicas.

Acreditamos que as discussões jamais podem ser findadas, solicitamos a eles então, que demonstrassem interesse em compor um grupo de estudos para debater a temática da inclusão no Instituto de Química. A maioria dos participantes, o equivalente a três quartos, mostrou-se interessada em participar de outras ações relacionadas à inclusão.

Destacamos, por fim, alguns relatos que consideramos pontos fortes do encontro. Foram falas ricas, no que diz respeito ao trabalho reflexivo do docente, e ocorreram de forma espontânea no decorrer da ação formativa.

Júlia, que se mostrou muito participativa durante todo o encontro. Fez os seguintes relatos, destacamos:

(...) A escola do meu filho, que tem seis anos, realmente é inclusiva. E eu diria que você tem uma criança com deficiência a cada duas turmas. E casos variados: tem autista, síndrome de *down*, cadeirante, paralisia cerebral. É bem variado e essa realidade vai chegar pra gente. Estão chegando. Ainda bem que estão chegando (Júlia).

(...) eu penso que a questão da inclusão ela é boa para todos. Para a sociedade toda. Eu acho que os caminhos alternativos que a pessoa com deficiência desenvolve, quem convive com ela desenvolve também. Eu tenho um pai que é deficiente, uma deficiência leve, que nunca... por sinal meu pai é químico também, e é professor de Química. Então ele anda, mas com dificuldade. Mas por ter convivido com ele eu não só sou sensível como também aprendi muitos caminhos alternativos. Não só na área motora, mas você começa a abrir e abstrair a ideia de que um caminho alternativo existe. Isso passa a ser claro e concreto e muito forte. Para cada dificuldade que você tem, você considera a hipótese de um caminho alternativo. Então eu acho que essa coisa de você conviver com a deficiência, com a inclusão ela é boa para o incluído, para a sociedade e ela é boa para os outros, você abre muitas perspectivas, além das pessoas se tornarem mais tolerantes, que é muito importante, mas também do ponto de vista de estrutura do pensamento, de formação cognitiva, eu acho que tudo isso é mexido um pouquinho, quando você tem pessoas diferentes no seu convívio (Júlia).

Percebemos, então, que Júlia levantou vários pontos importantes a serem discutidos. A aceitação que demonstra e a facilidade em lidar com a diversidade fica evidente em vários momentos de sua fala.

O fato de citar o exemplo da escola do filho e a chegada dos estudantes com necessidades específicas no Ensino Superior nos remete ao fato da política de inclusão ter se fortalecido a partir dos anos noventa, com acordos internacionais como o de Salamanca (UNESCO, 1994) que destaca:

...toda criança tem direito fundamental à educação, e deve ser dada a oportunidade de atingir e manter o nível adequado de aprendizagem;

...toda criança possui características, interesses, habilidades e necessidades de aprendizagem que são únicas;

sistemas educacionais deveriam ser designados e programas educacionais deveriam ser implementados no sentido de se levar em conta a vasta diversidade de tais características e necessidades;

aqueles com necessidades educacionais especiais devem ter acesso à escola regular, que deveria acomodá-los dentro de uma Pedagogia centrada na criança, capaz de satisfazer a tais necessidades;

escolas regulares que possuam tal orientação inclusiva constituem os meios mais eficazes de combater atitudes discriminatórias criando-se comunidades acolhedoras, construindo uma sociedade inclusiva e alcançando educação para todos; além disso, tais escolas provêm uma educação efetiva à maioria das crianças e aprimoram a eficiência e, em última instância, o custo da eficácia de todo o sistema educacional (UNESCO, 1994).

Apresentamos nesse momento, alguns números do Instituto de Química da UnB, que mostram que esses estudantes com NEE estão cada vez mais presentes, chegando ao Ensino Superior. Por isso, cada vez mais a Universidade precisa se preparar para

recebê-los, dando-lhes condições adequadas para que conclua seus cursos.

Considerando a tese central dos trabalhos de Vigotski (2011) sobre a defectologia, lembramos que esse autor defendia a valorização de caminhos indiretos, possibilitados por meio da cultura, quando caminhos diretos são impossibilitados. As interações sociais são ricas para fomentar o desenvolvimento de todos os indivíduos, sendo aqueles com desenvolvimento atípico ou não. Assim, acrescentamos que, por meio das interações sociais, todos ganham. Ao fazer adaptações, com objetivo de incluir um estudante com alguma necessidade educacional específica, o docente pode também estar contribuindo para o aprendizado de outros estudantes, mesmo não tendo sido seu objetivo inicial. Ao diversificar a forma de ensinar, o potencial de sua aula pode ser aumentado e potencializar outra forma de aprender

Pedro nos trouxe as seguintes contribuições:

(...) Olha, eu gosto muito da expressão “igualdade de oportunidades” porque quando você respeita as diferenças e trata o diferente de forma diferente, você dá a igualdade de oportunidades e isso é incluir. (Pedro)

(...) Pensei agora que podemos no início do semestre, em nossas disciplinas perguntar se tem algum aluno com alguma necessidade especial, justamente para evitar que se identifique, e criar qualquer tipo de constrangimento, se assim for não precisa se identificar no momento, se assim preferir, mas que me procure em minha sala para que possamos conversar. Acho que todo mundo deveria fazer isso. Porque a pessoa pode ter sido discriminada e fica calada, com receio e a gente passa um semestre inteiro dando aula para o aluno e sem saber, por consequência sem contribuir para incluir. (Pedro)

Essas falas nos fazem inferir que esse docente é sensível as diferenças. Ele coloca muito bem a questão do respeito à diversidade, além de demonstrar conhecimento do que de fato é incluir, quando falou: *“ao tratar o diferente de forma diferente você dá a igualdade de oportunidades e isso é incluir”*.

Tudo isso nos leva a acreditar que ações formativas como essa podem proporcionar momentos de ricas reflexões, vindo a contribuir para a inclusão dos estudantes, com equidade de oportunidades no ambiente Universitário. Consideramos, por isso, que tal ação tem potencial para sensibilizar e sedimentar um trabalho organizado que contribua para a efetiva inclusão dos estudantes com NEE em espaços acadêmicos.

Considerações finais

Avaliamos que a ação formativa cumpriu seu objetivo ao reunir um grupo de professores e servidores de um instituto de Química para dialogar sobre inclusão, uma realidade nova, mas já vivenciada por alguns. O número de participantes na ação foi pequeno se comparado com o número de docentes e servidores da unidade acadêmica. No entanto, há que se considerar que alguns responderam ao convite dizendo-se com impedimentos de horário devido a outras atividades. Nesse sentido, há que se registrar a grande quantidade de tarefas desses profissionais, dificultando muitas outras tentativas de reuniões e atividades formativas, o que percebemos quando da realização de outros eventos internos.

Percebemos, ao analisar algumas falas, que alguns professores demonstram uma boa compreensão do que entendemos por inclusão: a convivência com a diferença leva a construção de sociedades mais justas e igualitárias, pois permite conhecer as limitações e potencias dos outros, além das próprias.

Sabemos que os cursos de Química são conhecidos nacionalmente pelos seus altos índices de evasão. Acreditamos que tais

momentos de reflexões, estudos e debates entre pares podem enriquecer a formação docente, frente a novos desafios como os advindos da inclusão.

Não tivemos a pretensão de dar uma formação a esses professores e servidores para resolver suas questões da inclusão, mas acreditamos que a experiência foi enriquecedora e permitiu-lhes romper algumas barreiras preconceituosamente construídas socialmente.

Fazer com que momentos como esse sejam mais frequentes pode ser o diferencial capaz de transformar o processo educacional em uma experiência mais humana, inclusiva e social.

Referências bibliográficas

BRASIL. Constituição Federal, 1988. Promulgada em 5 de outubro de 1988.

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional Lei nº 9394, 20 dezembro 1996.

CARNEIRO, R. U. C. Educação inclusiva: desafios da construção de um novo paradigma. In: VIVEIRO, A. A.; BEGO, A. M. O ensino de ciências no contexto da educação inclusiva: Diferentes matizes de um mesmo desafio. Jundiaí, Paco Editorial, 2015.

CARVALHO, R. E. Educação inclusiva: com os pingos nos “is”. 4. ed. Porto Alegre: Meditação, 2006.

IMBERNÓN, F. Formação permanente do professorado: novas tendências/Francisco Imbernón. Tradução de Sandra Trambucco Velenzuela. São Paulo: Cortez, 2009.

MASINI, S. E. O perceber e o relacionar-se do deficiente visual: orientando professores especializados. Brasília: Coordenadoria Nacional para Integração da pessoa portadora de deficiência. CORDE, 1994.

MELO, F. R. L. V; GONÇALVES, M. J. Acesso e permanência de estudantes com deficiência física no ensino superior. In: Inclusão no ensino superior: docência e necessidades educacionais especiais. Natal: EDUFRN, 2013.

MINAYO, M. C. D. S. O Desafio do Conhecimento: Pesquisa Qualitativa em Saúde. 14a Edição. ed. São Paulo: Hucitec Editora, 2014.

NÓVOA, A. Formação de professores e profissão docente. Lisboa: Dom Quixote, 1992.

OLIVEIRA, M. M. de. Como fazer pesquisa qualitativa. 6. ed. - Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

SILVA, D. N. H.; RIBEIRO, C. C.; MIETO. O aluno com deficiência intelectual na sala de aula: considerações da perspectiva histórico-cultural. In: MACIEL, BARBATO, Desenvolvimento humano, educação e inclusão escolar. Brasília : Universidade de Brasília , 2010.

SOUZA, A. M. Práticas pedagógicas inclusivas na alfabetização e a atenção à diversidade de formas de aprender dos alunos. ESTILOS DE APRENDIZAGEM: EDUCAÇÃO, TECNOLOGIAS E INOVAÇÃO, v. 3, p. 854-862, 2016.

DISTRITO FEDERAL. Universidade de Brasília. Resolução do Conselho de Ensino, pesquisa e extensão nº 10 de 3 de abril de 2007.

DISTRITO FEDERAL. Universidade de Brasília. Resolução do Conselho de Ensino, pesquisa e extensão nº 48 de 12 de setembro de 2003.

DISTRITO FEDERAL. Universidade de Brasília. Ato da Reitoria nº 1068 de 22 de outubro de 1999, Brasília.

ISAIA, S. M. A.; BOLZAN, D. P. V. Construção da profissão docente: possibilidades e desafios para a formação. In: ISAIA, S. M. A.; BOLZAN, D. P. V.; MACIEL, A. M. R. (Orgs.). Pedagogia universitária: tecendo redes sobre a educação superior. Santa Maria: UFSM, 2009. p. 163-176.

UNESCO. Declaração de Salamanca e linha de ação sobre necessidades educativas especiais, 1994.

VIGOTSKI, L. S. Pensamento e Linguagem. São Paulo: Martins Fontes. 1989.

VIGOTSKI, L. S. Tratado de Defectologia, Obras Completas. Havana: Editorial Pueblo y Educación. 1997.

SOBRE OS AUTORES



ALESSANDRO FREDERICO DA SILVEIRA possui graduação em Licenciatura Plena em Física pela Universidade Estadual da Paraíba (1997), Mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal da Paraíba (2001) e é Doutor em Ensino, Filosofia e História das Ciências, pelo Programa DINTER (UFBA-UEFS-UEPB). Atualmente é Professor Doutor da Universidade Estadual da Paraíba, coordena o Subprojeto de Física do PIBID da UEPB e é docente do PPGECM-UEPB. Tem experiência na área de Física, atuando principalmente nos seguintes temas: Ensino de Física e Divulgação da Ciência.

ALINE DE SOUZA JANERINE é doutoranda em Educação no Programa de Pós-Graduação Conhecimento e Inclusão Social em Educação da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais. Possui Mestrado em Educação pelo Programa de Pós-Graduação em Processos Socioeducativos e Práticas Escolares da Universidade Federal de São João Del-Rei (UFSJ). Licenciada em Química pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Atualmente, é professora de Magistério Superior do Quadro Permanente da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Desenvolve pesquisas na área de Ensino de Química, com ênfase na formação de professores, nos processos

de constituição das identidades profissionais docentes e na educação em espaços não-formais.

ANA LUIZA DE QUADROS é graduada em Ciências pela Universidade Federal de Santa Maria (1983) e em Química pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (1986). Mestra em Educação nas Ciências pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUI (1999). Doutora em Educação pela UFMG, tendo desenvolvido pesquisa sobre a formação de professores de Química para o Ensino Superior. Pós-doutoramento pela USP. Atualmente é professora adjunta no Departamento de Química da Universidade Federal de Minas Gerais, atuando no setor de Ensino de Química. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Ensino de Química e desenvolve pesquisa nas linhas de ensino e aprendizagem em Química e formação de professores de Química e Ciências. Atua, ainda, no Programa de Pós-graduação da Faculdade de Educação da UFMG. Bolsista de produtividade do Programa Pesquisador Mineiro / Fapemig.

ANA PAULA BISPO DA SILVA é graduada em Licenciatura em Física pela Universidade Estadual de Campinas (1996), com mestrado em Física pela Universidade Estadual de Campinas (1998) e doutorado em Ciências (2006), com ênfase em História da Física e Matemática. Atualmente é professora da Universidade Estadual de Paraíba, inclusive do PPGECEM-UEPB, onde desenvolve pesquisa na área de História da Ciência e Ensino de Física. Tem experiência na área de Ensino e Pesquisa em História e Ensino de Física, atuando principalmente nos seguintes temas: História e Teoria da Ciência, História da Física, História da Matemática e Ensino de Ciências e Matemática. É líder do

Grupo de Pesquisa História da Ciência e Ensino, da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

BETANIA LEITE RAMALHO é graduada em Tecnólogo em Estatística (1978) e Pedagogia pela Universidade Federal da Paraíba (1979). Especialista em Estatística Educacional pelo CIENES / Universidade Católica CHILE (1978). Mestra em Educação de Adultos pela UFPB (1985). Doutora em Ciências da Educação pela Universidade Autônoma de Barcelona (1993). Professora Adjunta do Centro de Educação da UFPB entre 1981 e 1994. Desde 1995 é Professora da UFRN, tornando-se Titular em 2010, atuando no PPGEd, no curso de Pedagogia do Centro de Educação e Departamento de Práticas Pedagógicas e Currículo. Foi presidente da Comissão do Vestibular da UFRN entre 2003-2010. Foi vice-presidente da ANPEd na gestão 2000-2002 e Presidente dessa Associação entre 2003 -2005. Foi membro da Comissão Nacional de Avaliação da Área de Educação junto à CAPES, em diferentes períodos: 1997,1998, 2006, 2008, 2009 e 2010. Foi vice-coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGEd/UFRN:1996-1997) e Coordenadora no período 1998-2002. Nesse mesmo período foi Coordenadora do Fórum dos Programas de Pós-graduação em Educação das Regiões Norte e Nordeste. Foi membro da Comissão de Especialistas do curso de Pedagogia e Normal Superior (SESU/MEC). Foi Secretária de Educação do Estado do Rio Grande do Norte entre 2011 e 2014. Membro do grupo assessor da SEB/MEC em 2014/2015. Integra o Conselho Técnico-Científico da Educação Básica da CAPES (CTC-EB), desde 2014. Conselheira do indexador de periódicos EDUC@/ FCC desde 2014. Parecerista de vários periódicos da Área: Revista Perspectiva (UFSM); Ensaio: avaliação e políticas públicas, da Cesgranrio; Educação em Questão/UFRN; Eccos/Uninove; Atua nas áreas: Ensino-Aprendizagem e Formação

Docente, Educação Básica e Ensino Superior, Ferramentas de Gestão e Inovação Tecnológica na Educação Básica. Estudos, pesquisas e formação de mestres e doutores com foco nos temas: Formação, Profissionalização e Desenvolvimento Profissional Docente; Processos de Ensino-Aprendizagem, Docência Universitária; Políticas de Acesso e Inclusão na Educação Superior; Inovação Pedagógica na Gestão da Educação com base Tecnológica.

FILOMENA MARIA GONÇALVES DA SILVA CORDEIRO MOITA é Pedagoga, especialista em Desenvolvimento Infantil e seus Desvios, Mestra em Educação e Doutora em Educação na área de concentração em Educação Comunicação e Cultura pela Universidade Federal da Paraíba, bolsista CAPES, fez doutorado sandwich na Universidade de Lisboa. Professora Doutora Associada D com agregação da Universidade Estadual da Paraíba. Professora do Departamento de Educação da UEPB - Campus I. Faz parte do corpo permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática e do Programa de Pós-Graduação em Formação de Professores da Educação Básica da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB. Produtora de material didático, coordenadora do controle acadêmico e do Estágio Supervisionado do Curso de Administração EAD da PROEAD/UEPB. Com publicações em periódicos especializados, trabalhos em anais de eventos nacionais e internacionais, capítulos de livros e livros publicados. Possui 3 software educativos sobre games no ensino. Orientadora de trabalhos de iniciação científica, trabalhos de conclusão de curso, de especialização, mestrado e co-orientação de doutorado com ênfase nas áreas de tecnologia e aquisição do conhecimento, tecnologia e ensino de ciências e matemática, TIC e formação de professores, letramento digital, didática e metodologia das ciências. Além

de temas como Educação a distância, Avaliação de Sistemas, Instituições, Planos e Programas Educacionais. Participou da produção de projetos em EAD para o edital da UAB assim como de produção de material didático e parecer para a EAD. Em suas atividades profissionais interagiu com 43 colaboradores em coautorias de trabalhos científicos. Coordenadora do Grupo de Pesquisa TDAC- Tecnologias Digitais e Aquisição do Conhecimento (cadastrado no CNPq desde 2002) é pesquisadora da ANPEd desde 1997. É sócia da Sociedade Brasileira de Educação Matemática - SBEM, membro da Rede Brasileira de Jogos eletrônicos e da Comunidade Científica Portuguesa de Videogames. Líder e pesquisadora de grupos de pesquisa cadastrados no CNPq. Avaliadora do INEP de 2002 a 2007.

FRANCISCO FERREIRA DANTAS FILHO é graduado em Licenciatura em Química pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Doutorado em Engenharia de Processos (UFCG). Atualmente é professor adjunto no Departamento de Química da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), atuando na área de Ensino de Química, desenvolvendo pesquisa nas linhas de ensino e aprendizagem em Química. É docente permanente do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM-UEPB). Líder do Grupo de Pesquisa em Metodologias para a Educação em Química (GPMEQ-UEPB).

GERSON DE SOUZA MÓL é bacharel e licenciado em Química pela Universidade Federal de Viçosa, com Doutorado e Pós-Doutorado em Ensino de Química. Professor da Universidade de Brasília. Orientador dos Programas de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (PPGEC) e em Educação em Ciências (PPGEduC) da UnB e da Rede Amazônica de Educação em

Ciências e Matemática - REAMEC. Autor e coordenador do livro *Química Cidadã*, parecerista de revistas científicas, assessor da Capes, do CNPq e agências estaduais de financiamento. Pesquisa na área de inclusão, com foco no Ensino de Química a Alunos com Deficiência Visual. Atual Presidente da Sociedade Brasileira de Ensino de Química (SBEnQ).

GILBERLÂNDIO NUNES DA SILVA possui graduação em Licenciatura em Química pela Universidade Estadual da Paraíba (2010) e Mestrado em Ensino de Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2013). Atualmente é professor na Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) atuando na graduação do Departamento de Química na área de educação química. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Ensino de Química e desenvolve pesquisa nas linhas de ensino e aprendizagem em Química e em formação de professores para uso das novas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e na Perspectiva CTSA.

GINA DE OLIVEIRA MENDONÇA BOHNERT é bacharel e licenciada em Química pela Universidade de Brasília (UnB). Mestre em Ensino de Ciências pela Universidade de Brasília (UnB). Foi professora de instituições privadas em Brasília e é professora da rede pública - Secretaria de Educação do Distrito Federal (SEEDF) - desde 2007. Pesquisadora na área de inclusão, com foco na formação de professores para a inclusão de alunos com deficiência no ensino de Química.

ISAURO BELTRÁN NÚÑEZ possui Licenciatura em Química pelo Instituto Superior Pedagógico E. J. Varona Havana (1978), Graduação em Química pela Universidade de Havana (1980), Mestrado em Química pelo Instituto Superior Politécnico J. A. Echeverría Havana (1985) e Doutorado em Ciências

Pedagógicas pela Universidade de Havana (1992). Realizou estudos na Cátedra de Psicologia Pedagógica da Universidade Estadual de Moscou com N. F. Talízina. Atualmente é Professor Titular do Centro de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Tem experiência na área de Ensino de Ciências Naturais, na Formação de Professores e na Formação de Conceitos Científicos e de Habilidades nas perspectivas teóricas de L. S. Vygotsky, A. N. Leontiev e P. Ya. Galperin. Coordenou a Linha de Pesquisa Formação e Profissionalização Docente e a Base de Pesquisa Aprendizagem, Formação e Profissionalização Docente do Programa de Pós-Graduação de Educação da UFRN. Líder do Grupo de Pesquisa sobre a Teoria de Galperin. Participa também do Programa de Ensino de Ciências e de Matemática da UFRN. Coordena um projeto de estudo da aprendizagem baseado na teoria de Galperin, no qual se realizam atividades de colaboração com pesquisadores de Cuba, México e Espanha. Participa em projetos de pesquisas de Cooperação Internacional com países como Espanha, Portugal. Membro de várias redes de pesquisas e de colaboração, como a Rede de Estudos sobre a Universidade Pública Inclusiva e a Cultura Universitária, a Rede Iberoamericana de Educação. Membro da Associação Nacional de Pesquisa em Educação (ANPED) e da Associação Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (ABRAPEC). Foi Assessor Pedagógico Especial da Secretaria de Educação do Rio Grande do Norte, onde coordenou o grupo de reformulação do Currículo do Sistema Estadual. Pesquisador em Produtividade Pesquisa CNPq Nível 1C.

JOHN ANDREW FOSSA possui Graduação em Filosofia pela College Of The Holy Cross (1972), Mestrado em Filosofia pela Fordham University (1974) e Doutorado em Educação Matemática pela Texas A&M University System (1994). Atualmente é Professor Adjunto da Universidade Federal do

Rio Grande do Norte e docente do PPGECEM-UEPB. Tem experiência na área de Matemática, com ênfase em História da Matemática. Atuando principalmente nos seguintes temas: Educação Matemática, Intuicionismo, Construtivismo Radical.

JOSÉ JOELSON PIMENTEL DE ALMEIDA é Doutor em Ensino, Filosofia e História das Ciências, linha Educação, pela Universidade Federal da Bahia (UFBA, 2012). Mestre em Educação, área de concentração Ensino de Ciências e Matemática, pela Universidade de São Paulo (USP, 2006). Licenciado em Matemática pela Universidade de São Paulo (USP, 2001). Experiência no Ensino Superior, Ensino Fundamental e Ensino Médio. Professor Doutor da Universidade Estadual da Paraíba, atualmente é coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGECEM-UEPB) Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Educação Matemática, atuando principalmente na formação de professores que ensinam matemática, em especial em temáticas que incluem leitura e escrita em Educação Matemática.

JOSÉ MÁRCIO DA SILVA RAMOS DINIZ é Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual da Paraíba (2017), Especialista em Educação Matemática Comparada pela Escola Superior Aberta do Brasil (2015) e Licenciado em Matemática pela Universidade Estadual da Paraíba (2012). Tem experiência como professor de Matemática nos Ensinos Fundamental e Médio e em Gestão escolar, com atuação como diretor geral e adjunto. Atualmente é professor de Matemática nas redes municipal de João Pessoa/PB e estadual da Paraíba.

LEANDRO MÁRIO LUCAS é Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática (2018), vinculado à Linha de Pesquisa Cultura Científica, Tecnologia, Informação e Comunicação, Especialista em Fundamentos da Educação: Práticas Pedagógicas Interdisciplinares (2014), e Graduado no curso de Licenciatura Plena em Matemática (2009), ambas as formações realizadas na Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Tem experiência na área de Matemática e Educação Matemática. Atualmente é professor de educação básica do Governo do Estado da Paraíba e membro do grupo de pesquisa TDAC, Tecnologia Digital e Aquisição do Conhecimento, na Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

PEDRO DE ANDRADE é um sociólogo e pesquisador da Universidade do Minho. Phd em Sociologia da Cultura pela FCSH, Universidade NOVA de Lisboa (2002). Anteriormente, ensinou na Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra e na Faculdade de Belas Artes da Universidade de Lisboa, nas áreas de Sociologia da Cultura, Comunicação, Métodos Sociológicos e Humanidades Digitais. Principais áreas de pesquisa: culturas urbanas, comunicação da arte, museus de arte e ciência, literacias, redes sociais digitais (Web 2.0/Web 3.0), metodologias e hipermídia. Coordenador de diversos projetos e equipes de pesquisa, como *Literacia Científico-Tecnológica e Opinião Pública: o caso dos museus de ciência* e *Comunicação Pública da Arte: o caso dos museus de arte locais/globais*, ambos financiados pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia, Lisboa. Participação em redes universitárias internacionais, como Virginia Comm. Univ., USA; membro do projeto *Manifesto Art and Social Inclusion in Urban Communities*, coordenado por Mel Jordan na Universidade de Loughborough, incluindo King's College, Chelsea School of Arts, Universidades de Plymouth, Leuven, Utrech, Gronigen Minho. Autor de diversos livros e artigos científicos publicados

em periódicos internacionais com comitê científico, alguns com fator de alto impacto em suas respectivas áreas, indexados em bases de dados bibliográficas relevantes, como *Web of Science*; *Scopus*; *Google Scholar*; *WorldCat*; *Library of Congress*; *Latindex*; *Bulletin Signalétique du CNRS-Paris*; *LORE: Base données Culture Temps Libre-Bruxelles*; *PORBASE*; *Repositório UM*. Diretor do primeiro periódico Luso-Francês, *Atalaia-Intermundos* (desde 1995). Outras atividades: belas artes e cinema: como membro da Paris Film Coop, diretor de *Film Saboté Spatial nº1* (1975) e *Body Cinema* (produção de imagens e música baseada na humidade e temperatura do corpo, 1976). Sites: desenvolvimento do primeiro site português (1995), incluindo um projeto cultural coerente, o primeiro periódico luso-francês *Atalaia-Intermundos*; *Hybrilog*, um *blog* híbrido, 2006; *Social Semantic Sites* (em Web 2/3.0, 2011). Jogos e mídia híbrida: *Jogos Sociológicos* (feitos em Flash e Action Script, 2006); *GeoNeoLogic Novel* (plotagem baseada em GPS, 2009). Atualmente, coordena a área de Tecnociência no *Engage Lab*, Escola de Engenharia, Universidade do Minho.

RAILTON BARBOSA DE ANDRADE é Doutor em Química pela UFPB (2016). Mestre em Química pela UFPB (2012). Graduado em Licenciatura em Química pela UEPB (2009). Atualmente é pesquisador de pós-doutorado (PNPD/CAPES), desenvolvendo pesquisas em Química Teórica relacionadas aos seguintes temas: Físico-Química; Química Teórica; Estudo Teórico de Mecanismos de Reações Orgânicas; Estados Excitados/Fotodissociação de N-nitrosaminas e HCFCs. Vinculado ao Grupo de Pesquisa Modelagem Computacional de Reações Atmosféricas, Orgânicas e de Interesse Biológico (UFPB). Na área de Educação Química, é colaborador do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGECM) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Colabora em projetos de Pesquisa e Extensão, com ênfase em

Ensino de Química e desenvolve pesquisas nas linhas de ensino e aprendizagem em Química e formação de professores para utilização das novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC).

ROBERTO DE ANDRADE MARTINS é físico, formado pela USP em 1972, e concluiu o doutorado em Lógica e Filosofia da Ciência pela Universidade Estadual de Campinas em 1987. Realizou estágios de pós-doutoramento em História da Ciência em Oxford e Cambridge. Livre-docente na área de Física Geral, com especialidade em História da Física, Filosofia da Física e Ensino de Física, obtido em maio de 2008 no Instituto de Física Gleb Wataghin, UNICAMP. Foi professor do Instituto de Física Gleb Wataghin, da Universidade Estadual de Campinas, de 1983 a 2010, quando se aposentou naquela instituição. Colaborou, como orientador, com a Pontifícia Universidade Católica de São Paulo e com a Universidade de São Paulo. Após sua aposentadoria, foi professor visitante da Universidade Estadual da Paraíba e da Universidade Federal de São Carlos. Atuou como pesquisador visitante do IFSC-USP, em 2015, com apoio da FAPESP. Atualmente é professor colaborador da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) e da Fundação Municipal de Ensino Superior de Bragança Paulista (FESB). É membro do Grupo de História, Teoria e Ensino de Ciências (GHTEC) da USP. Foi Presidente da Sociedade Brasileira de História da Ciência (SBHC) e da Associação de Filosofia e História da Ciência do Cone Sul (AFHIC). Dedicar-se a pesquisas sobre história e filosofia da ciência (especialmente da física) e suas aplicações à educação; e também sobre o pensamento religioso e filosófico indiano. Possui bolsa de produtividade em pesquisa do CNPq, nível I-B, na área de História. Orientou 23 dissertações de mestrado e co-orientou 1, orientou 6 teses de doutorado e co-orientou 1 nas áreas de História, Física, Educação e Filosofia. Atua na área de História, com ênfase em História das Ciências.

RUAN MICHEL ALVES BARBOSA possui graduação em Licenciatura plena em Química pela Universidade Estadual da Paraíba (2017). Experiência como professor do curso pré-vestibular solidário da Universidade Federal de Campina Grande (2013-2014). Pesquisador na área de experimentação alternativa no Ensino de Química.

Sobre Livro

Revisão Linguística Elizete Amaral de Medeiros

**Projeto Gráfico, Editoração
e Design da Capa** Jefferson Ricardo Lima Araujo Nunes

Foto da Capa Isabela Almeida

Tipologias Utilizadas Myriad Pro 16pt
Adobe Carlson Pro