

Ensino de Ciências da
Natureza e Matemática

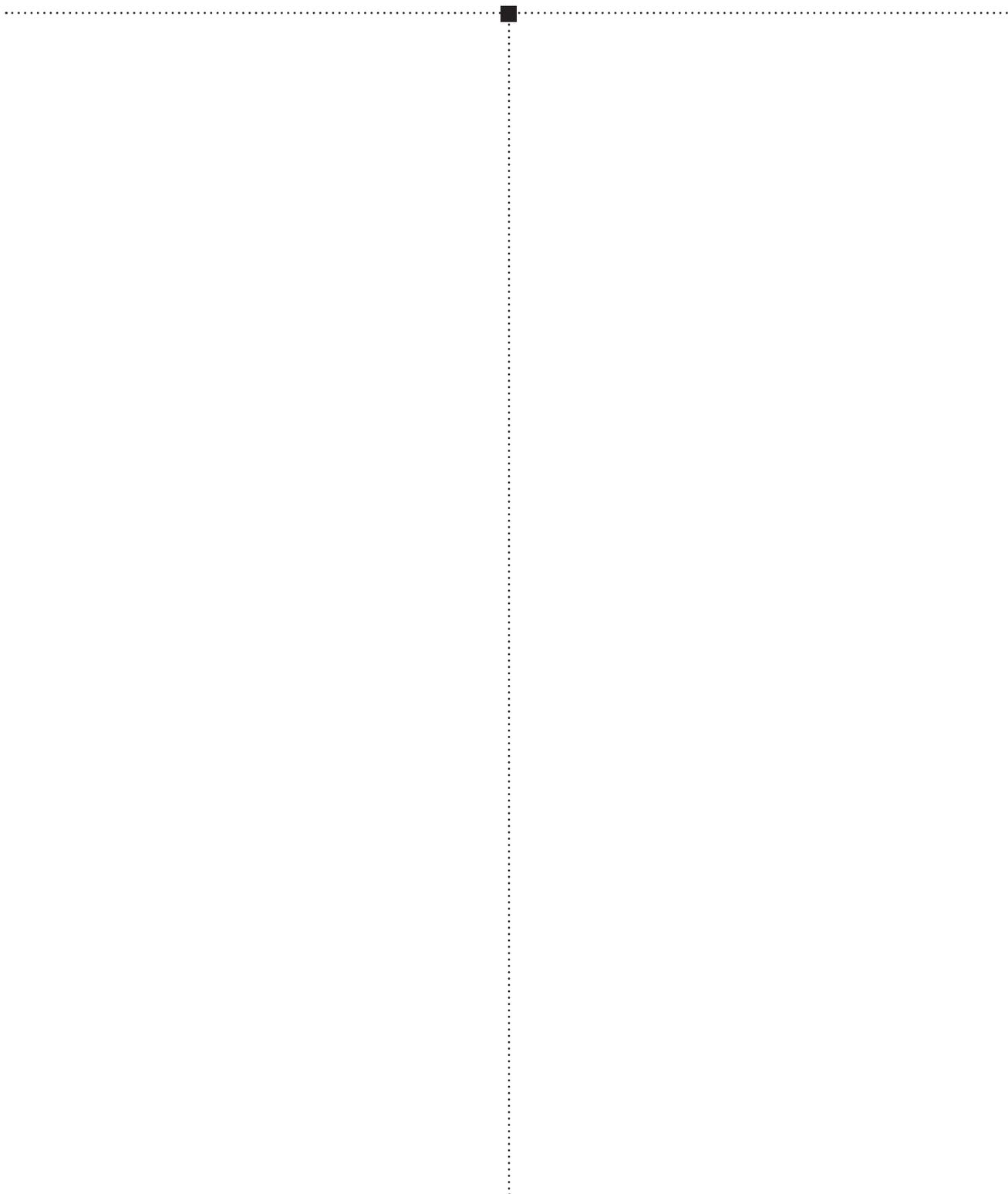


PESQUISA
E
DEBATE
EM

REVISTA DO PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL
EM GESTÃO E AVALIAÇÃO DA
EDUCAÇÃO PÚBLICA

VOL.9
N.1
2019

PESQUISA E DEBATE EM EDUCAÇÃO



Faculdade de Educação

Centro de Políticas Públicas e Avaliação da Educação
Programa de Pós-Graduação Profissional em Gestão e Avaliação da Educação Pública
Avenida Eugênio do Nascimento, 620 – Dom Orione CEP: 36038-330 – Juiz de Fora – MG
Telefone: (32) 4009-9326
Site: www.revistappgp.caedufjf.net
E-mail: revista@caed.ufjf.br

Conselho Editorial

Alexandre Chibebe Nicolella – USP
Beatriz de Basto Teixeira – UFJF
Bernadete A. Gatti – FCC
Clarilza Prado de Souza – USP
Fátima Cristina de M. Alves – PUC-RJ
Fernando M. Reimers – Harvard Graduate School of Education
Lina Kátia Mesquita de Oliveira – UFJF
Marcelo Tadeu Baumann Burgos – PUC-RJ
Nigel Brooke – UFMG
Robert Evan Verhine – UFBA
Tufi Machado – UFJF

Editor-chefe

Luiz Flávio Neubert

Colaboradores

Amanda Sangy Quiossa - CAEd/UFJF
Amélia Gabriela Thamer Miranda Ramos de Paiva - CAEd/UFJF
Juliana Alves Magaldi – CAEd/UFJF
Helena Rivelli – CAEd/UFJF
Leonardo Ostwald Vilardi - CAEd/UFJF
Luísa Gomes de Almeida Vilardi – CAEd/UFJF
Mayanna Auxiliadora Martins Santos – CAEd/UFJF
Priscila Campos Cunha - CAEd/UFJF
Daniel Eveling da Silva - CAEd/UFJF
Diovana de Paula de Jesus Bertolotti - CAEd/UFJF
Laura de Assis Souza e Silva - CAEd/UFJF
Vitor Fonseca Figueiredo - CAEd/UFJF
Marina Furtado Terra - CAEd/UFJF
Mônica da Motta Salles Barreto Henriques - CAEd/UFJF

Revisão de Língua Portuguesa

Carla da Silva Machado

Revisão técnica e coeditoração

Mayanna Auxiliadora Martins Santos

Projeto Gráfico

Edna Rezende S. de Alcântara

Diagramação/Capa

Coordenação de Design da Comunicação

Ficha catalográfica:

Revista Pesquisa e Debate em Educação – Programa de Pós-Graduação Profissional
/ Gestão e Avaliação da Educação Pública / UFJF. v.9 n.1 (jan./jun. 2019) Juiz de Fora:
Universidade Federal de Juiz de Fora, 2019

Semestral

ISSN 2237-9444

1.Educação. 2.Gestão Educacional. 3.Educação – Avaliação.

CDU 371.26

SUMÁRIO

**ATIVIDADE EXPERIMENTAL PROBLEMATIZADA (AEP): REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA EM DESCRITORES NA ÁREA DE ENSINO DE CIÊNCIAS456**

André Luís Silva da Silva
Marcello Ferreira
Samara Magalhães Pereira
Olavo Leopoldino da Silva Filho

**INTEGRAÇÃO DAS CIÊNCIAS: VIABILIZAÇÃO DAS PRÁTICAS
COMO COMPONENTE CURRICULAR469**

Sandra Hunsche
Mara Elisângela Jappe Goi

**O TRATAMENTO DO CONTEÚDO ESPONTANEIDADE
DOS FENÔMENOS NATURAIS NOS LIVROS DE QUÍMICA
RECOMENDADOS PELO PNLD498**

Bruno Peixoto de Oliveira
Pierre Basílio Almeida Fechine
Francisco Belmino Romero
Alessandro Cury Soares

**UMA PROPOSTA DE AVALIAÇÃO DIFERENCIADA A PARTIR
DE UMA UEPS PARA O ENSINO DE FÍSICA NO COMPONENTE
CURRICULAR DE CIÊNCIAS DO ENSINO FUNDAMENTAL521**

Jordano Nunes Machado
Pedro Fernando Teixeira Dorneles

**SOBRE PENSAMENTO COMPUTACIONAL NA CONSTRUÇÃO
DE UM TRIÂNGULO DE SIERPINSKI COM O GEOGEBRA.....534**

Lara Martins Barbosa
Ricardo Scucuglia Rodrigues da Silva

**EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E ATIVIDADES INVESTIGATIVAS
COM PESSOAS IDOSAS557**

Rafaela Nascimento da Silva
Guilherme Henrique Gomes da Silva
Rejane Siqueira Julio

RESOLUÇÃO DE UM PROBLEMA COM O USO DE DIFERENTES FERRAMENTAS DO GEOGEBRA	585
Sérgio Carrazedo Dantas Silvana Matucheski	
UMA INVESTIGAÇÃO COM PROFESSORES DE MATEMÁTICA E SUA LEITURA DOS RESULTADOS DAS AVALIAÇÕES EM LARGA ESCALA (PROEB).....	603
Marco Aurélio Kistemann Júnior Carolina de Lima Gouvêa	
REFORMAS CURRICULARES EM CONTEXTO DE INFLUÊNCIA E DE PRODUÇÃO DE TEXTO: PROPOSIÇÕES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS NO ENSINO MÉDIO	622
Eliezer Alves Martins Maira Ferreira Lisete Funari Dias	

APRESENTAÇÃO

É com grande satisfação que os docentes Marcello Ferreira (Universidade Federal de Brasília) e Marco Kistemann (Universidade Federal de Juiz de Fora) apresentam à comunidade acadêmica este novo número da Revista Pesquisa e Debate em Educação, o qual trata do ensino de ciências e matemática. Corresponde a uma continuação do número anterior deste periódico (ver Revista Pesquisa e Debate em Educação, v.8, n.2, 2018), também dedicado aos temas relativos ao ensino nesta área do conhecimento.

O número atual se inicia com um texto que, com base em revisão bibliográfica, trata da experimentação e resolução de problemas na área de ensino de ciências. O texto subsequente trata da questão da prática como componente curricular, neste caso, na articulação entre as ciências. O terceiro texto se propõe a analisar e avaliar o tratamento do conteúdo de química nos livros didáticos desta área que foram recomendados pelo Ministério da Educação. Ainda sobre a temática da didática, o quarto texto apresenta uma proposta de avaliação para o ensino de Física, conteúdo de Ciências do Ensino Fundamental.

Na sequência, pesquisadores apresentam uma investigação qualitativa sobre o pensamento computacional e como estudantes de graduação em Matemática exploravam Geometria Fractal utilizando o software GeoGebra. O sexto artigo apresenta os resultados de uma pesquisa qualitativa, na qual se analisou como ocorria o engajamento de idosos em atividades matemáticas. No sétimo artigo foram apresentados os três caminhos distintos que podem ser percorridos para resolver um problema de Matemática. Em cada uma das resoluções descritas no artigo, utilizou-se distintas ferramentas do software GeoGebra. No penúltimo texto pesquisadores explicitam as principais dúvidas apresentadas por professores de Matemática na leitura e interpretação dos resultados das avaliações do Programa de Avaliação da Rede Pública de Educação Básica (Proeb), que compõe o Sistema Mineiro de Avaliação da Educação Pública (Simave), e ocorrem no Ensino Fundamental e Médio do Estado de Minas Gerais (MG).

O último artigo, que fecha este primeiro número da Revista Pesquisa e Debate em Educação em 2019, analisa o movimento das reformas curriculares para o Ensino Médio após a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional-LDBEN/96.

Convidamos os leitores a percorrer as páginas deste número, que junto ao número anterior, compõem um profícuo esforço dos organizadores e autores frente aos desafios que se impõem ao Ensino de Ciências.

Os Organizadores

Marcello Ferreira

Marco Kistemann

ATIVIDADE EXPERIMENTAL PROBLEMATIZADA (AEP): REVISÃO BIBLIOGRÁFICA EM DESCRITORES NA ÁREA DE ENSINO DE CIÊNCIAS

André Luís Silva da Silva¹

Universidade Federal do Pampa –Unipampa – Brasil
alss.quimica@gmail.com

Marcello Ferreira²

Universidade de Brasília – UnB – Brasil
marcellof@unb.br

Samara Magalhães Pereira³

Universidade Federal do Pampa – Unipampa – Brasil
samara.magalhaes.p@gmail.com

Olavo Leopoldino da Silva Filho⁴

Universidade de Brasília – UnB – Brasil
olavolsf@unb.br

¹ Doutor em Educação em Ciências. Professor da Área de Ensino de Química na Universidade Federal do Pampa (Unipampa). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências.

² Doutor em Educação em Ciências. Professor do Instituto de Física da Universidade de Brasília (UnB). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física.

³ Graduada em Ciências Exatas. Membro de grupo de pesquisa na Universidade Federal do Pampa.

⁴ Doutor em Física. Professor do Instituto de Física da UnB. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física.

RESUMO: O ensino experimental fundamentado na busca por solução de problemas baseia-se, sobretudo, na relação estabelecida entre os desafios e a busca de estratégias particularizadas para cercá-los a determinada maneira. Temos trabalhado nesta área de pesquisa nos últimos anos, investigando abordagens experimentais problematizadas (AEP). Muito se tem produzido neste campo científico, sob diversos vieses, e este trabalho se dedica a analisar determinado extrato da produção acadêmica correlata. Foram analisados 12 periódicos científicos nas áreas de Ensino, Educação, Ensino de Química e Ensino de Física, relativamente ao período de 2010 a 2015, selecionando-se 104 trabalhos de interesse. A revisão dos periódicos resultante deste trabalho fornece uma visão ampla e concreta de como a experimentação e a resolução de problemas vêm sendo estudadas/pesquisadas aproximadamente nos últimos cinco anos, em particular na correlação que se estabelece entre elas.

Palavras-Chave: Atividade Experimental Problematizada. Resolução de Problemas. Ensino de Ciências. Revisão Bibliográfica.

ABSTRACT: Experimental teaching based on the search for problem solving is based, above all, on the established relationship between the challenges and the search for individual strategies to deal with them. We have been working in this area of research in recent years, investigating problematic experimental approaches (AEP). Much has been produced in this scientific field, under several approaches, and this work is dedicated to analyze an extract of the corresponding academic production. Twelve scientific journals were analyzed in the areas of Teaching, Education, Teaching of Chemistry and Teaching of Physics, for the period from 2010 to 2015, selecting 104 works of interest. The review of the journals resulting from this work allows us to conclude in a general and objective way how experimentation and problem solving have been studied and researched in the last five years, in particular, in the correlation established between them.

Keywords: Experimental Activity Problematized. Troubleshooting. Science teaching. Literature review.

1 INTRODUÇÃO

O ensino experimental fundamentado na busca por solução de problemas baseia-se, sobretudo, na relação estabelecida entre os desafios e a busca de estratégias particularizadas para cercá-los a determinada maneira. Trata-se, portanto, de incentivar e prover meios (teóricos, epistemológicos e procedimentais) para que os alunos desenvolvam e utilizem conhecimentos que os auxiliem na solução, sempre progressiva e hierárquica, das questões de cunho científico que se lhes apresentam.

Ensinar a resolver problemas não consiste somente em dotar os alunos de habilidades e estratégias eficazes, mas também em criar neles o hábito e a atitude de enfrentar a aprendizagem como um problema para o qual deve ser encontrada uma resposta. Não é uma questão de somente ensinar a resolver problemas, mas também de ensinar a propor problemas para si mesmo, a transformar a realidade em um problema que mereça ser questionado e estudado (POZO, 1998, p. 15).

A partir dessa concepção, dada atividade experimental poderá propiciar aos alunos a possibilidade de autonomia e protagonismo, ao realizarem registros, discutirem resultados, levantarem hipóteses, avaliarem possíveis explicações e discutirem, entre seus pares e com o professor, as razões e as etapas do experimento.

Essa atividade, contudo, deve ser sistematizada, visando à promoção de uma análise reflexiva desde sua origem, capacitando os sujeitos da ação a tornarem-se protagonistas de sua própria aprendizagem.

Sob essa ótica, a função do professor não mais se configura como centralizador e fornecedor das respostas e das certezas. Antes, deve problematizar com seus alunos suas concepções e observações, as amplas leituras do experimento, auxiliando-os a reconhecer a necessidade sempre constante de outros conhecimentos e, por conseguinte, a importância do diálogo reflexivo e da pesquisa orientada na busca por uma coerente interpretação dos resultados experimentais (SILVA; MOURA; DEL PINO, 2015).

O aporte teórico da proposta de trabalho experimental defendida neste texto define os alunos como sujeitos que desenvolvem conhecimentos em um processo no qual o professor assume a função de orientador, cuja genuinidade é específica, mas, aberta. Cabe, assim, a constante supervalorização das perguntas e subvalorização das respostas, em uma ação dinâmica e concomitante.

Em concordância ao que destaca Santos (2008, p. 126), “o papel do professor não está em revelar a realidade aos educandos, mas em ajudá-los a desven-

dar a realidade por si só”. Sob esse enfoque, considera-se a pesquisa científica como a aplicação de um conjunto de procedimentos e objetivos, utilizados por um sujeito pesquisador, no intento de produzir conhecimento e integrá-lo a outros pré-existentes (BARROS; SCARMÍNIO; BRUNS, 2002; KÖCHE, 1997). Constitui-se, portanto, de etapas ordenadamente dispostas que o pesquisador deverá conhecer e aplicar em conformidade aos seus propósitos (SILVA; MENEZES, 2001).

A partir desses pressupostos, o presente trabalho é integrante e emergente de atividades teóricas do Projeto de Pesquisa “Desenvolvimento teórico-metodológico e aplicação de estratégias pedagógicas para o ensino experimental em Ciências: Atividade Experimental Problematizada (AEP)” (SILVA; MOURA; DEL PINO, 2017).

Assim, neste trabalho buscamos um breve detalhamento sobre a AEP e a descrição sobre levantamento de dados realizado em periódicos de referência na área do Ensino de Ciências. O enfoque será, portanto, as articulações teórico-metodológicas entre experimentação no Ensino de Ciências e a resolução de problemas (tratados como descritores principais), cotejando os termos “aprendizagem significativa”, “epistemologia”, “filosofia” e “paradigmas kuhnianos” (tratados como descritores secundários).

Objetivou-se, com essa revisão teórica, identificar a forma como as pesquisas na área de interesse abordam aspectos teórico-metodológicos, epistemológicos, cognitivos e pedagógicos, tendo-se a Educação Básica como foco central de interesse. Além disso, pretendeu-se elaborar, a partir de codificações próprias, um banco de dados para pesquisas teóricas subsequentes, a partir das articulações encontradas e das categorizações propostas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Propõe-se como AEP uma estratégia para o ensino experimental em Ciências sob dois principais eixos: um de natureza teórica e outro de natureza metodológica. O presente artigo versará sobre o primeiro eixo. Desse modo, mostram-se no Quadro 1, em síntese, seus fundamentos denotativos, tratados como eixos teóricos (seus articuladores) e metodológico (seus momentos).

Quadro 1 - Síntese dos elementos denotativos da AEP: teóricos e metodológicos

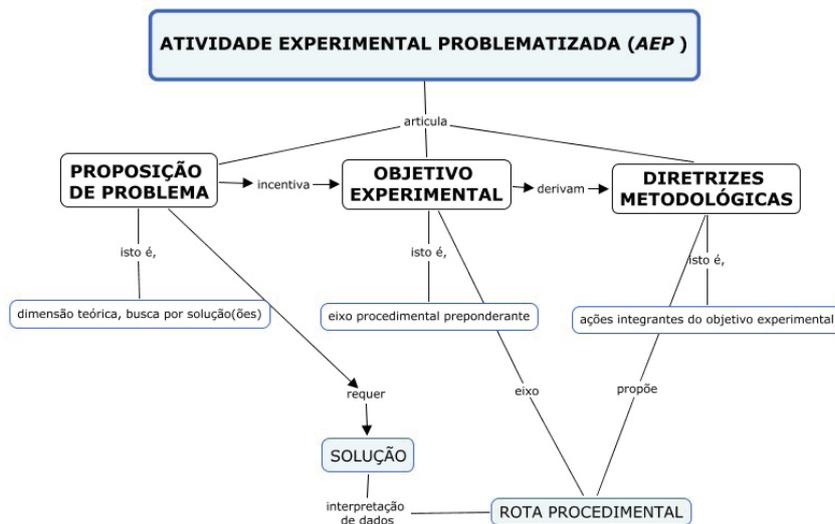
Eixos	
	TEÓRICO – o planejar
Articuladores	a. Proposição de problema b. Objetivo experimental c. Diretrizes metodológicas
	METODOLÓGICO – o executar
Momentos	i. Discussão prévia ii. Organização/desenvolvimento iii. Retorno ao grupo de trabalho iv. Socialização v. Sistematização

Fonte: Quadro elaborado pelos autores, 2018.

Considera-se como eixo teórico da AEP um processo de experimentação que se estrutura a partir da demarcação, elucidação e “proposição” de um “problema” de natureza teórica, isto é, uma AEP configura-se teoricamente como uma estratégia de busca por solução a dada situação-problema. A partir de então, são configurados um “objetivo experimental”, tratando-se, em perspectiva geral, do que se espera desenvolver empiricamente em termos de produto/ação final experimental e “diretrizes metodológicas”, como orientações às ações que resultarão no produto experimental.

Sendo assim, a proposta de ensino experimental cunhada como AEP propõe uma articulação entre objetivo experimental e diretrizes metodológicas, a partir da proposição e da análise crítica de um problema, preferencialmente contextualizador, isto é, contendo elos associativos a diferentes contextos, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1 - Articuladores teóricos para a proposta de AEP



Fonte: Figura elaborada pelos autores, 2018.

Dessa forma, parte-se da proposição de um problema, de natureza teórica, potencialmente contextualizado. Esse problema requer um objetivo experimental, do qual derivarão proposituras orientadoras das ações experimentais, denominadas de diretrizes metodológicas. A elaboração, apresentação e elu-

ciação desses eixos configuram-se como atribuições do professor, o sujeito proponente e organizador da atividade experimental, laboratorial ou em ambiente por ele deliberado como de maior adequação.

O **problema proposto** (que poderá ser pluralizado) como origem da AEP requer a elaboração de uma solução, ou sua derivação em novos problemas, distinguindo-se de uma mera questão ou da singularidade de uma pergunta, as quais satisfazem-se com uma resposta, correta ou incorreta. Ainda nesta vertente, problemas privilegiam processos, remetem ao uso de estratégias, métodos, técnicas próprias de investigação sistêmica, ao passo que questões se atêm ao resultado (único, no caso da questão, múltiplo, no caso do problema).

Genuinamente, um problema integra-se de uma situação exigente de maior grau de amplitude, não se podendo atribuir acerto ou erro tão somente a partir do que dele resulta, tendo em vista amplas possibilidades metodológicas embutidas em sua condução. Possui uma natureza teórica, preferencialmente contextualizada. Para sua solução, incentiva a busca por uma rota de ações experimentais adaptativas a diferentes realidades, que levarão a dados que, após coletados, compreendidos e interpretados, poderão conduzir os sujeitos a uma perspectiva de solução, qualitativa ou quantitativa. Sob a fundamentação desse problema, segue-se pela elaboração de um objetivo experimental.

O **objetivo experimental**, geral e abrangente quanto às propostas de atividades práticas, deverá tomar como fundamento o que se espera obter a partir da experimentação, sob uma amplitude básica e geral. Sendo assim, levará a resultados, mas não necessariamente à solução do problema proposto. Ao término dos procedimentos empíricos, o que se pretende obter? Que produto/objeto poderá ser gerado? Trata-se do eixo experimental final que norteia a principal ação a ser desenvolvida, isto é, de uma técnica para a qual necessitar-se-á de ações capazes de concretizá-lo. Deriva-se em diretrizes metodológicas.

As **diretrizes metodológicas**, por sua vez, constituem-se de um roteiro de ações práticas derivadas do objetivo experimental. Atuam como proposituras orientadoras aos procedimentos a serem realizados. Não devem ser admitidas como um fator limitador da experimentação, pois admite-se aqui que a aprendizagem é limitada ao se tratar da experimentação sob vieses observacionais ou procedimentais fechados, do tipo “receita-de-bolo”. Contudo, tais diretrizes surgem como uma etapa necessária, que oferece o estabelecimento das primeiras ações e norteia os fazeres gerais. Com isso, tampouco se reduzem a imposições ou receituários a serem seguidos com rigor, podendo ser modificadas a qualquer tempo pelo professor e/ou pelos alunos. Além disso, visam à inteligibilidade do objetivo proposto e incentivam uma discussão entre os integrantes do grupo de trabalho anterior e concomitante às suas

ações, fatores considerados cruciais para a organização das ideias individuais e estabelecimento de uma ação conjunta. Sob esta argumentação, sugere-se que em dadas experimentações alguns problemas propostos distinguem-se de suas diretrizes, em natureza e conteúdo, uma vez que o propósito das diretrizes metodológicas é oferecer respostas ao objetivo experimental, mas não propriamente ao(s) problema(s) proposto(s).

Nesse sentido, as técnicas conceituais “experimentação” e “resolução de problemas” mostram-se como não passivas de descrição dicotômica, e, portanto, subsidiam a fundamentação teórica da AEP. Foram, portanto, tratadas como descritores principais da pesquisa bibliográfica da qual passaremos a tratar.

3 METODOLOGIA

As revistas analisadas foram selecionadas a partir da lista de periódicos Qualis/CAPES e dispostas em quatro grupos gerais, de acordo com o foco principal dos periódicos. O grupo G1, que centraliza o ensino, é composto pelos seguintes periódicos (seguido pela codificação proposta): Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia (REn1), Experiências em Ensino de Ciências (REn2), Revista Investigações em Ensino de Ciências (REn3) e Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias (REn4). No grupo G2, na especificidade da educação, tem-se: Revista Contexto e Educação (REd1), Ensaio Pesquisa Educação em Ciências (REd2), Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (REd3) e Revista Ciência e Educação (REd4). O grupo G3 contempla a química e é formado pelos periódicos: Revista Brasileira de Ensino de Química (RQ1) e Química Nova na Escola (RQ2). Por fim, o grupo G4, que tem foco na física, é composto pelos periódicos: Caderno Brasileiro de Ensino de Física (RF1) e Revista Brasileira de Ensino de Física (RF2).

Os artigos analisados foram publicados entre 2010 e 2015, compreendendo, portanto, os últimos cinco anos nos quais todas as revistas apresentaram novas edições. A varredura foi balizada por palavras-chave (descritores principais e correlatos), nos títulos dos artigos, seus resumos e em suas palavras-chave. Após essa etapa, procedeu-se à leitura/discussão dos resumos e, em alguns casos, do conteúdo integral do artigo.

Inicialmente, foram utilizados os descritores principais: experimentação / atividade experimental (DPexp), resolução de problemas/situação-problema (DPpro) e, em um segundo momento, também abarcadas suas variações. Após identificarmos os artigos que continham algum dos descritores principais supracitados, foi analisado se continham algum dos descritores correlatos: aprendizagem significativa (DCas) epistemologia (DCep), filosofia (DCfi) e Kuhn/paradigmas (DCku). Posteriormente, esses descritores foram agrupados,

para uma nova análise nos artigos selecionados, onde buscou-se encontrar os que abrangiam resolução de problemas e experimentação.

Foram encontrados cinco artigos que abrangem ao menos um dos descritores principais e um dos correlatos. Esses artigos encontram-se apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Periódicos que contemplam descritores principais e correlatos

Categoria	Periódico	Título	Descritores
Ensino	Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia	Investigação da aprendizagem de conceitos de óptica utilizando ilusões para turmas de pré-vestibular	Experimentação/ atividade experimental (Dpexp). Aprendizagem Significativa (DCas).
Ensino	Experiências em Ensino de Ciências	Principios de Mecánica Cuántica en la Resolución de Problemas de Estructuras Atómicas en Estudiantes de Química	Resolução de problemas/ situação-problema (Dppro). Aprendizagem Significativa (DCas).
Ensino	Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	Envolver os alunos na realização de trabalho experimental de forma produtiva: o caso de um professor experiente em busca de boas práticas.	Experimentação/ atividade experimental (Dpexp). Epistemologia (DCep).
Química	Química Nova na Escola	Conexões entre Cinética Química e Eletroquímica A Experimentação na Perspectiva de Uma Aprendizagem Significativa.	Experimentação/ atividade experimental (Dpexp). Aprendizagem Significativa (DCas).
Física	Revista Brasileira de Ensino de Física	Propuesta de una herramienta didáctica basada en la V de Gowin para la resolución de problemas de física.	Resolução de problemas/ situação-problema (Dppro). Aprendizagem Significativa (DCas).

Fonte: Quadro elaborado pelos autores, 2018.

Como pode ser visto no Quadro 2, dentre os 4 descritores correlatos buscados, apenas 2 foram encontrados (DCas e DCep), sendo a aprendizagem significativa o descritor que é contemplado pela maior parte dos artigos.

Considera-se esta ação de congruência como de grande relevância para manter a finalidade da sistematização dos resultados, uma vez que as expressões pesquisadas (descritores principais e correlatos) não resultaram em uma gama significativa de variações representativas. Com isso, após a definição da amostra, suas categorizações e seus agrupamentos, foram feitas tabulações quantitativas e gráficas para cada periódico, cada grupo daqueles, e a partir da amostragem integral do banco de dados.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS: ASPECTOS QUANTITATIVOS

No Quadro 3, é fornecida uma visão geral dos artigos encontrados nos periódicos que constituem o espaço amostral com um total de 104 artigos encontrados. Já nos quadros de 4 a 7, é exposto o número de artigos encontrados quando os periódicos são agrupados de acordo com seu foco principal (G1, G2, G3 e G4).

A partir da análise do Quadro 3, é possível perceber que o descritor “experimentação/atividade experimental” tem uma constância significativamente maior do que aquela do descritor “resolução de problemas/situação-problema”.

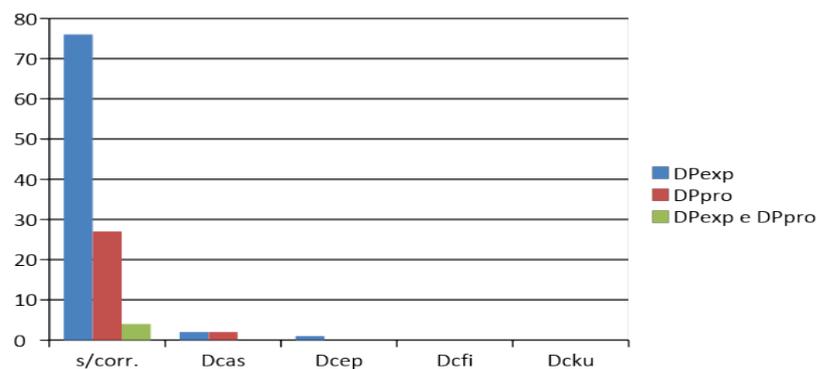
Quadro 3 – Periódicos pesquisados e total de artigos encontrados (2010 – 2015)

Descritores Principais	s/corr.	Descritores Correlatos				
		DCas	DCep	DCfi	DCku	Total
DPexp	76	2	1	0	0	79
DPpro	27	2	0	0	0	29
DPexp e DPpro	4	0	0	0	0	4

Fonte: Quadro elaborado pelos autores, 2018.

O Gráfico 1 mostra de forma clara o espaço amostral do presente trabalho. Nele é possível observar que, apesar do significativo número de artigos ($T = 104$), o número daqueles que contemplam tanto os descritores principais quanto os correlatos é muito baixo.

Gráfico 1 – Amostra geral expondo a quantidade e os descritores encontrados



Fonte: Gráfico elaborado pelos autores, 2018.

O Quadro 4, que contempla o grupo ensino (G1), é o mais expressivo quantitativamente, pois contempla em maior número artigos que abordam a experimentação, a resolução de problemas, ambos os descritores principais e também tem maior número representativo de artigos que abordam descritores correlatos.

Os periódicos que compõem esse espaço amostral são listados abaixo:

- Experiências em Ensino de Ciências;
- Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia;
- Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias;
- Revista Investigações em Ensino de Ciências.

Quadro 4 – Grupo Ensino (G1), artigos encontrados: 40

Descritores Principais	s/corr.	Descritores Correlatos					Total
		DCas	DCep	DCfi	DCKu		
DPexp	20	1	1	0	0	22	
DPpro	19	1	0	0	0	20	
DPexp e DPpro	2	0	0	0	0	2	

Fonte: Quadro elaborado pelos autores, 2018.

Em relação ao Quadro 5, que contempla o grupo educação (G2), é possível observar que o descritor “experimentação” é o mais presente. Isso se dá devido às aulas experimentais (práticas e demonstrativas) serem mais tradicionais e, conseqüentemente, mais conhecidas.

Os periódicos que compõem esse espaço amostral são listados a seguir:

- Ensaio Pesquisa Educação em Ciências;
- Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências;
- Revista Ciência e Educação;
- Revista Contexto e Educação.

Quadro 5 – Grupo Educação (G2), artigos encontrados: 17

Descritores Principais	s/corr.	Descritores Correlatos					Total
		DCas	DCep	DCfi	DCKu		
DPexp	13	0	0	0	0	13	
DPpro	4	0	0	0	0	4	
DPexp e DPpro	0	0	0	0	0	0	

Fonte: Quadro elaborado pelos autores, 2018.

O Quadro 6, que abarca o grupo Química (G3). Como esperado, os trabalhos que focam na experimentação compõem quase que a totalidade do espaço amostral, uma vez que a experimentação é o cerne e a base da química. Esse espaço amostral é composto por apenas um periódico que se encontra listado a seguir:

- Química Nova na Escola.

Quadro 6 – Grupo Química (G3), artigos encontrados: 25

Descritores Principais	s/corr.	Descritores Correlatos				
		DCas	DCep	DCfi	DCKu	Total
DPexp	23	1	0	0	0	24
DPpro	2	0	0	0	0	2
DPexp e DPpro	1	0	0	0	0	1

Fonte: Quadro elaborado pelos autores, 2018.

No Quadro 7, que representa o grupo Física (G4), tal qual ao quadro G3, é consideravelmente alta a frequência de artigos que abordam a experimentação. Este resultado foi, de certa forma, discrepante do esperado, uma vez que, pela natureza problemática da área de física, esperava-se encontrar um número significativamente maior de artigos que abordassem a resolução de problemas.

- Os periódicos que compõem esse espaço amostral são listados a seguir:
- Caderno Brasileiro de Ensino de Física;
- Revista Brasileira de Ensino de Física.

Quadro 7 – Grupo Física (G4), artigos encontrados: 22

Descritores Principais	s/corr.	Descritores Correlatos				
		DCas	DCep	DCfi	DCKu	Total
DPexp	20	0	0	0	0	20
DPpro	2	1	0	0	0	3
DPexp e DPpro	1	0	0	0	0	1

Fonte: Quadro elaborado pelos autores, 2018.

O expressivo volume de artigos que trata de experimentação decorre, provavelmente, do fato de a pesquisa voltada para a experimentação estar muito em voga no período analisado.

Com base na pesquisa foi possível perceber a diversidade de trabalhos relacionados a diferentes campos de interesse, bem como o uso de metodologias variadas.

Assim, por exemplo, há aqueles relacionados ao uso de novas tecnologias, tanto voltadas para a resolução de problemas como para a experimentação, principalmente para esta última, visto que as mesmas propiciam uma vasta gama de possibilidades, além de romperem com as limitações físicas e instrumentais, que em muitos casos oblitera totalmente a implementação de atividades experimentais.

Os artigos relacionados à experimentação apresentaram certa tendência em como a mesma é abordada. De modo geral, debruçam-se na busca por propiciar uma interação significativa entre os participantes, sendo que a experimentação é introduzida após uma explanação teórica do conteúdo que a mesma abordará ou fomentará.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS: ASPECTOS QUALITATIVOS

Passamos, agora, a analisar as correlações entre descritores principais e/ou correlatos nas categorias Ensino, Educação, Química e Física.

Analisando o quadro 1, foram encontrados 4 artigos (Quadro 6) a partir da amostra inicial (T=104) que tratam concomitantemente de “experimentação” e “resolução de problemas”. Do quadro, é possível concluir que nenhum artigo da amostra inicial apresenta ao mesmo tempo todos os descritores principais e correlatos, e que estes últimos aparecem poucas vezes independentemente do grupo que se analisa (Gráfico 1).

Quadro 8 – Artigos que tratam simultaneamente de experimentação e resolução de problemas

Categoria	Periódico	Título
Ensino	Experiências em Ensino de Ciências	Açúcares Redutores no Ensino Superior: Atividades Baseadas na Resolução de Problemas
Ensino	Experiências em Ensino de Ciências	Atividade Experimental Problematizada: Uma Proposta de Diversificação das Atividades para o Ensino de Ciências
Química	Química Nova na Escola	Compostagem Experimental Problematizadora e Recurso Interdisciplinar no Ensino de Química
Física	Caderno Brasileiro de Ensino de Física	Resolución experimental y analítica de un problema de dinámica rotacional: interpretación de los resultados

Fonte: Quadro elaborado pelos autores, 2018.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão dos principais periódicos relacionados à temática deste trabalho fornece uma visão ampla e concreta de como a experimentação e a resolução de problemas vêm sendo estudadas/pesquisadas aproximadamente nos últimos cinco anos, em particular na correlação que se estabelece entre elas.

Verificou-se que a experimentação ainda continua sendo fonte de interesse por parte dos pesquisadores. Entretanto, a resolução de problemas, apesar de não aparecer de forma tão frequente, vem sendo estudada de forma crescente ao longo dos últimos cinco anos.

Salta aos olhos, entretanto, que é baixa a incidência de trabalhos e/ou atividades propostas que vinculem a experimentação com a resolução de problemas, dentro da perspectiva teórica que é assumida neste trabalho, que diferencia a resolução de problemas da mera resposta a uma questão.

Disso decorre que algumas dimensões que são movimentadas pela proposta de vinculação entre a experimentação e a resolução de problemas se perdem ou ficam minoradas, relegadas a uma abordagem marginal. Neste sentido, torna-se importante, epistemológica e metodologicamente, insistir na diferenciação supracitada entre resolução de problemas e resposta a uma questão, trazendo clareza para o fato de que, na primeira, elementos interdisciplinares, multidisciplinares ou transdisciplinares podem comparecer de modo muito mais efetivo do que na segunda.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, N. B.; SCARMÍNIO, I. S.; BRUNS, R. E. **Como fazer experimentos: pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria**. 2. ed. Campinas: UNICAMP, 2002.

KÖCHE, J. C. **Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e iniciação à pesquisa**. 23. ed. Petrópolis: Vozes, 1997.

POZO, J. I. **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

SANTOS, W. L. P. Educação Científica Humanística em uma Perspectiva Freiriana: Resgatando a Função do Ensino de CTS. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 1, n 1, p. 109-131, 2008.

SILVA, A. L. S.; MOURA, P. R. G.; DEL PINO, J. C. Atividade Experimental Problematizada: uma proposta de diversificação das atividades para o Ensino de Ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 10, n. 3. p. 177-195, 2015.

_____.; _____.; _____. Atividade Experimental Problematizada (AEP) como uma estratégia pedagógica para o Ensino de Ciências: aportes teóricos, metodológicos e exemplificação. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v.12, n. 5. 2017.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

INTEGRAÇÃO DAS CIÊNCIAS: VIABILIZAÇÃO DAS PRÁTICAS COMO COMPONENTE CURRICULAR

Sandra Hunsche¹

Universidade Federal do Pampa – Unipampa – Brasil
sandrahunsche@yahoo.com.br

Mara Elisângela Jappe Goi²

Universidade Federal do Pampa – Unipampa – Brasil
maragoi@unipampa.edu.br

¹ Graduação em Física Licenciatura pela Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Mestre em Educação pela Universidade Federal de Santa Maria - UFSM e Doutora em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Atualmente é professora Adjunta da Universidade Federal do Pampa – Campus Caçapava do Sul, atua também como membro docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (PPGEC – Mestrado Profissional) da Unipampa.

² Graduação em Licenciatura em Química pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ, Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Luterana do Brasil – ULBRA e Doutora em Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Atualmente é professora Adjunta da Universidade Federal do Pampa – Campus Caçapava do Sul, atua também como membro docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (PPGEC – Mestrado Profissional) da Unipampa.

RESUMO: Para contemplar a carga horária de prática como componente curricular (PCC) exigida pela legislação, o curso de Ciências Exatas Licenciatura da Universidade Federal do Pampa – *Campus* Caçapava do Sul propõe componentes curriculares denominados de Integração das Ciências, os quais possuem toda carga horária destinada à prática pedagógica. Assim, este trabalho visa discutir atividades, desenvolvidas nestes componentes, com base na perspectiva freireana, no viés Ciência-Tecnologia-Sociedade, nos Parâmetros Curriculares Nacionais e na Experimentação no Ensino de Ciências. Sinaliza-se a importância do graduando entender a necessidade de articulação dos conhecimentos na Educação Básica e a relevância de inserir no Projeto de curso carga horária específica para as PCC.

Palavras-chave: Integração das Ciências. Prática como Componente Curricular. Ensino de Ciências. Formação de Professores.

ABSTRACT: In order to contemplate the practices as curricular component required by law, the course of Ciências Exatas Licenciatura from the Universidade Federal do Pampa – *Campus* Caçapava do Sul proposes curricular components called Integration of Sciences, which have all the pedagogical practice. Thus, this paper aims to discuss activities, developed in these components, based on the Freirean perspective, on Science-Technology-Society, the National Curriculum Parameters, and Experimentation in Science Teaching. It is important to note the importance of the graduating student to understand the need for articulation of knowledge in Basic Education, and the relevance of inserting in the Course Project specific hours for the practices as curricular component.

Keywords: Integration of Sciences. Methods Course. Science teaching. Teacher Training.

1 INTEGRAÇÃO DAS CIÊNCIAS COMO COMPONENTES CURRICULARES DE PRÁTICA PEDAGÓGICA: CONTEXTUALIZAÇÃO

As Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores (DCNFP) (BRASIL, 2002a; 2015) destacam a importância da articulação entre teoria e prática pedagógica nos cursos de formação de professores, destinando uma carga horária de quatrocentas horas para o que denominam de Prática como Componente Curricular (PCC).

Para contemplar esta carga horária, os cursos de licenciatura devem prever, em seu planejamento, “situações didáticas em que os futuros professores coloquem em uso os conhecimentos que aprenderem, ao mesmo tempo em que, possam mobilizar outros de diferentes naturezas e oriundos de diferentes experiências, em diferentes tempos e espaços curriculares” (BRASIL, 2002a, p. 57).

O Parecer CNE/CES nº 15/2005 (BRASIL, 2005) define a PCC como sendo:

[...] o conjunto de atividades formativas que proporcionam experiências de aplicação de conhecimentos ou de desenvolvimento de procedimentos próprios ao exercício da docência. Por meio destas atividades, são colocados em uso, no âmbito do ensino, os conhecimentos, as competências e as habilidades adquiridos nas diversas atividades formativas que compõem o currículo do curso (BRASIL, 2005, p. 3).

Não há, no entanto, limitações quanto à forma de inserção desta PCC no processo formativo. De acordo com o parecer supracitado, as atividades caracterizadas como PCC podem ser “[...] desenvolvidas como núcleo ou como parte de disciplinas ou de outras atividades formativas” (BRASIL, 2005, p. 3). Assim, a PCC está presente tanto nos momentos de reflexão sobre a atividade profissional quanto no momento em que se exercita a atividade profissional (BRASIL, 2002a).

Fica clara a sinalização, para além da articulação teoria e prática, a necessária compreensão, por parte dos futuros professores, das temáticas transversais ao currículo escolar. Entendemos que, para ser um bom professor, não basta o domínio de conteúdos específicos e/ou pedagógicos, assim como também não é satisfatório colocar o licenciando em contato apenas com a prática, pensando na garantia de uma formação docente de qualidade, pois “sabe-se que a prática pedagógica não é isenta de conhecimentos teóricos e que estes, por sua vez, ganham novos significados quando diante da realidade escolar” (DINIZ-PEREIRA, 2011, p. 216).

Com base na legislação que orienta a formação de professores, o curso de Ciências Exatas Licenciatura da Universidade Federal do Pampa (Unipampa), do campus de Caçapava do Sul/RS, contempla a carga horária de PCC por meio de componentes curriculares (CC), denominadas de Integração das Ciências, os quais possuem toda carga horária destinada para a prática pedagógica.

Estes componentes, ofertados do 2º ao 8º semestres um por semestre, somando sete componentes (Integração das Ciências I a VII), constituem uma das formas de problematizar e orientar a perspectiva interdisciplinar defendida pelo curso, conforme destacado no Projeto Pedagógico de Curso (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA, 2013).

Desta forma, nos componentes de Integração das Ciências visam-se abordar temáticas que transversalizam o curso, como: “Meio Ambiente; Direitos Humanos; Estudos Étnicos; Educação Sexual; Educação para o Trânsito [...]” (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA, 2013, p. 64).

Os sete componentes de Integração das Ciências possuem carga horária de 30 horas, sendo todas elas de prática como componente curricular, com o objetivo de “Promover, a partir de eixos temáticos pertinentes às Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, situações significativas de experiência docente, que exercitem a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade através de metodologias integradoras” (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA, 2013, p. 104). A ementa é a mesma para as Integrações das Ciências de I a VII, configurando-se como:

Ementa: Tendo como uma de suas bases os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Fundamental e Médio (PCNs e PCNEM), essa componente curricular buscará situações significativas na vivência dos alunos para integrá-las com vários eixos temáticos (Terra e Universo, Vida e Ambiente, Ser Humano e Saúde, Tecnologia e Sociedade), temas transversais (ética, saúde, meio ambiente, orientação sexual, pluralidade cultural e trabalho e consumo) estudo das inter-relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), e aspectos relacionados à Educação Inclusiva e a etnociências. A condução de um aprendizado com essas pretensões formativas, mais do que conhecimentos teóricos científicos e pedagógicos, acumulados nas disciplinas específicas permitirá desenvolver a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade e outras metodologias integradas. Prática pedagógica integrando o conhecimento desta componente ao contexto escolar (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA, 2013, p. 104).

Em virtude de as ementas terem a mesma descrição, e ao mesmo tempo possibilitarem uma diversidade de abordagens, balizadas em referenciais teórico-

-metodológicos diferentes, os licenciandos experienciam atividades de diferentes naturezas, as quais são o foco do presente artigo.

Assim, visa-se neste trabalho discutir atividades balizadas: pela perspectiva freireana, assim como o viés Ciência-Tecnologia-Sociedade, desenvolvidas quando da oferta no primeiro semestre de 2015, pelos Parâmetros Curriculares Nacionais no primeiro semestre de 2016, e pela Experimentação no Ensino de Ciências no segundo semestre de 2015, na perspectiva de que esta metodologia possa ser mais bem trabalhada e articulada na Educação Básica.

2 INTEGRAÇÃO DAS CIÊNCIAS: PERSPECTIVA FREIREANA

Nas obras de Paulo Freire, as questões curriculares têm sido bastante abordadas, mesmo que de forma indireta. Freire critica a concepção bancária de educação, a qual, segundo ele, transforma o educando em recipiente a ser preenchido, não estimulando o educando, pelo contrário, acaba matando “nos educandos a curiosidade, o espírito investigador, a criatividade. Sua disciplina é a disciplina para a ingenuidade em face do texto, não para a indispensável criticidade” (FREIRE, 1981, p. 8).

O autor defende um currículo libertador, no sentido de desocultar a ideologia dominante. A defesa está em torno de um currículo intrinsecamente motivador, que leve à reflexão, ao desenvolvimento do pensamento crítico, defendendo uma configuração curricular baseada na abordagem de temas, de problemas reais, através do que denominou de Tema Gerador, no sentido de discutir a realidade vivida, tendo a vida pregressa do educando como ponto de partida (FREIRE; SHOR, 1986; FREIRE, 2010).

Fundamentada na perspectiva da educação libertadora, dialógica e problematizadora de Paulo Freire, o componente curricular de Integração das Ciências buscou desenvolver a Abordagem Temática Freireana (DELIZOICOV, 1991; DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002; DELIZOICOV, 2008) durante as aulas, culminando na produção de material didático por parte dos licenciandos.

Junto à turma composta por 30 licenciandos em Ciências Exatas, trabalhou-se inicialmente o referencial teórico, por meio da leitura e discussão de textos que tratavam de propostas temáticas implementadas em outros âmbitos. Com isso, objetivou-se abordar e compreender a obtenção de Temas Geradores (FREIRE, 2010) por meio das etapas do processo de Investigação Temática (IT) (DELIZOICOV, 1991), e mapear limites e possibilidades enfrentados no contexto de elaboração e implementação de propostas didático-pedagógicas em outros contextos.

A discussão em sala de aula esteve voltada em torno da importância de se estruturar o programa escolar tendo como ponto de partida o contexto social do educando, de modo que o conteúdo programático da educação seja organizado a partir da situação presente, existencial e concreta dos educandos. Os conceitos científicos, nesta concepção, são trabalhados para favorecer o entendimento de uma situação real e significativa que expressa uma contradição da comunidade escolar, a qual é denominada situação-limite.¹ (FREIRE, 2010). Assim, para a estruturação curricular, a experiência dos educandos é considerada a fonte primária para a obtenção de temas significativos ou geradores, com os quais se balizam as práticas pedagógicas, articuladas com estruturas conceituais, que possuem suas bases teóricas na pedagogia de Paulo Freire.

Após esta discussão inicial, os licenciandos foram desafiados a obterem um Tema Gerador, que pudesse ser desenvolvido em escolas da cidade de Caçapava do Sul, seguindo as cinco etapas da IT conforme transposto para a educação formal por Delizoicov (1991).

Assim, seguiu-se para o desenvolvimento da primeira etapa da IT, ou seja, o levantamento preliminar, etapa em que ocorre o levantamento das condições da comunidade, através de fontes secundárias e conversas informais com os indivíduos que compõem a sociedade local. Realiza-se a “primeira aproximação” com os sujeitos envolvidos, e uma recolha de dados. Para o levantamento preliminar, os licenciandos se dividiram em grupos, e elaboraram questões guias que serviram de orientação para as conversas com representantes de diferentes setores da sociedade de Caçapava do Sul, quais sejam: rodoviária, sendo abordadas pessoas que se encontravam a espera de algum ônibus; poder público, representado por vereadores; trabalhadores do comércio; associações de moradores; moradores mais antigos da cidade; Unipampa, em que um questionário foi aplicado a estudantes da instituição; representantes de vários Centros de Tradições Gaúchas (CTGs) de Caçapava do Sul; representantes da mídia da cidade; e pessoas responsáveis por promover o turismo na cidade.

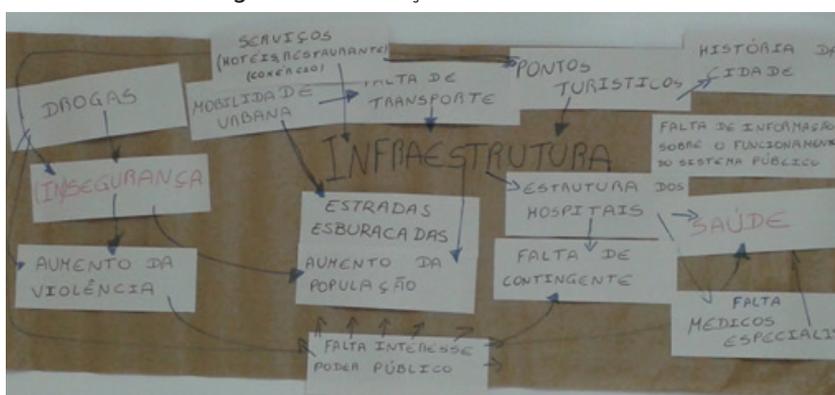
Em sala de aula, durante o componente curricular, os licenciandos passaram para a segunda etapa da IT, análise das situações e escolha das codificações, em que se faz a escolha de situações que encerram contradições enfrentadas por determinada comunidade, como também se realiza a preparação das codificações das contradições, que serão apresentadas na 3ª etapa. Os licenciandos, em seus respectivos grupos, sistematizaram as informações coletadas, que foram socializadas para o grande grupo, gerando discussões me-

¹As situações-limites, de acordo com Freire (2010), são as situações problemáticas em que os educandos estão imersos, e sobre as quais não possuem um entendimento crítico. Contudo, estas situações não podem ser vistas como situações que não podem ser superadas.

diante informações que até mesmo os licenciandos nascidos em Caçapava do Sul desconheciam.

A partir das discussões, partiu-se para a terceira etapa da IT, os diálogos decodificadores, os quais se realizam, de acordo com Delizoicov (1991), nos “círculos de investigação temática”, em que os participantes são desafiados a expor seus anseios, angústias e problemas frente às situações existenciais codificadas, obtendo-se, assim, o Tema Gerador. Esta etapa teve pequenas adaptações, uma vez que, os diálogos decodificadores ocorrem no grupo dos licenciandos, em que se construiu uma rede temática² (SILVA, 2004), conforme representado na Figura 1 a seguir. Decorrente desta atividade obteve-se o Tema Gerador “Falta de Infraestrutura na cidade de Caçapava do Sul”.

Figura 1 – Construção da Rede Temática



Fonte: Figura do acervo dos autores, 2018.

Delimitado o tema, os licenciandos foram novamente divididos em grupos, quatro grupos no total, para proceder com a quarta etapa da IT, a **redução temática**. Esta etapa consiste na elaboração do programa a ser desenvolvido na sala de aula. Cabe a cada especialista, dentro de seu campo de conhecimentos, apresentar à equipe interdisciplinar o projeto de redução de seu tema. Assim, os especialistas organizam seus núcleos fundamentais que, constituindo-se em unidades de aprendizagem e estabelecendo uma sequência entre si, dão a visão geral do tema reduzido (DELIZOICOV, 1991). No contexto do componente curricular Integração das Ciências, no entanto, não se tinha “especialistas” de diferentes áreas, mas sim licenciandos com maior afinidade com a Física, a Química ou a Matemática. Assim, os grupos foram formados de modo que cada um fosse composto por pelo menos um licenciando com afinidade maior em cada área. Com isto, os grupos elaboram uma proposta para a implementação em sala de aula, que corresponde à quinta etapa da IT, **trabalho em sala de aula**. Nesta etapa, segundo Delizoicov (1991), com o programa estabelecido e o material didático preparado, ocorre o desenvolvimento da temática em sala de aula. Sendo que a temática do educando, nesta etapa,

² Compreende o momento III de Silva (2004), em que ocorre a contextualização e percurso do diálogo entre falas e concepções de realidade local, gerando a rede temática e questões geradoras.

volta novamente a ele, mas como problema a ser decifrado, jamais como conteúdo a ser depositado. No caso aqui relatado, a proposta não chegou a ser implementada no âmbito do componente curricular, mas é importante ressaltar que alguns dos licenciandos utilizaram as propostas no desenvolvimento de seus estágios curriculares supervisionados.

Destaca-se que os licenciandos reconheceram a importância de vivenciar o processo de obtenção dos temas, ao invés de estudar apenas os aspectos teóricos relacionados ao referencial freireano. A prática da Investigação Temática, já durante a formação inicial, encoraja a desenvolver tal processo também em sua prática profissional.

Além disso, no decorrer do desenvolvimento das atividades, ficou bastante claro a necessidade de um trabalho coletivo e colaborativo entre os licenciandos. Ou seja, é preciso que cada integrante cumpra o seu trabalho para que o grupo todo consiga definir um tema. Por outro lado, esse trabalho colaborativo gerou alguns atritos entre os colegas, o que fez eles perceberem algumas das adversidades que enfrentarão em suas futuras práticas profissionais.

3 INTEGRAÇÃO DAS CIÊNCIAS: CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE

Em meados do século XX, após a Segunda Guerra Mundial, emergiu a necessidade de um debate em torno da Ciência e da Tecnologia e seus impactos na Sociedade (MORAES; ARAÚJO, 2012). Questionava-se o modelo tradicional/linear de progresso, segundo o qual o desenvolvimento científico (DC) gera desenvolvimento tecnológico (DT), que por sua vez gera desenvolvimento econômico (DE), determinando desenvolvimento do bem-estar social (DS), sendo o desenvolvimento científico a base da promoção social. A partir do questionamento da gestão tecnocrática que prevalecia no referido modelo, e reivindicando decisões mais democráticas, emerge o movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) (AULER, 2002). O movimento CTS, segundo o autor, demanda um redimensionamento científico-tecnológico, contrapondo-se à ideia de que mais Ciência-Tecnologia (CT) irá necessariamente resolver os problemas socioambientais e econômicos, postulando, então, uma participação da sociedade no direcionamento dado à atividade científico-tecnológica.

As reações ao modelo linear/tradicional de progresso refletem-se também no âmbito acadêmico e educativo, onde passam a ser discutidas as interações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade – o enfoque CTS. Contudo, Aikenhead (2005) salienta que, apesar de existir uma multiplicidade de compreensões sobre o enfoque CTS, os diferentes trabalhos com foco nas relações

CTS coincidem por defender a necessidade de uma revisão no Ensino de Ciências e por valorizarem perspectivas humanísticas.

Da mesma forma, não há uma compreensão e um discurso consensual quanto aos objetivos, conteúdos, abrangência e modalidades de implementação do enfoque CTS no contexto educacional brasileiro, suscitando em vasta gama de tendências e de modalidades curriculares (AULER, 1998; SANTOS; MORTIMER, 2001).

No entanto, de acordo com Auler (2008), existe certa unanimidade quanto à defesa de configurações curriculares pautadas pela abordagem de temas/problemas de relevância social. Além disso, existe, segundo o autor, uma defesa em favor da superação da excessiva fragmentação curricular, o que remete ao desenvolvimento de ações interdisciplinares.

Santos (2007) destaca que:

Inserir a abordagem de temas CTS no ensino de ciências com uma perspectiva crítica significa ampliar o olhar sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade e discutir em sala de aula questões econômicas, políticas, sociais, culturais, éticas e ambientais. Essas discussões envolvem valores e atitudes, mas precisam estar associadas à compreensão conceitual dos temas relativos a esses aspectos sociocientíficos, pois a tomada de decisão implica a compreensão de conceitos científicos relativos à temática em discussão (SANTOS, 2007, p. 10).

Neste sentido, Santos e Mortimer (2000) definem currículos com ênfase CTS como sendo aqueles que tratam das interações entre explicação científica, planejamento tecnológico, bem como, de solução e tomada de decisão sobre temas de relevância social.

Além disso, Marcondes et al (2009) destacam que a introdução da abordagem CTS nas aulas de ciências possibilitaria romper com a imagem neutra da ciência, despertando maior interesse por parte do aluno pela Ciência, ajudando na resolução de problemas de ordem pessoal e social, de forma que o aluno tenha um envolvimento mais atuante nas questões sociais, políticas, econômicas e ambientais. Já Carletto e Pinheiro (2010, p. 519), afirmam que a inserção CTS contribui

[...] para que os alunos desenvolvam percepções mais complexas da realidade e visões de mundo mais integradas, adequadas ao entendimento de como todas as questões de estudo se inserem, interagem e derivam de modelos tecnocientíficos.

Embora a questão ambiental já estivesse presente na tríade CTS, conforme defendem pesquisadores, a exemplo de Santos (2007), como aparece claramente no trecho transcrito anteriormente, as questões ambientais começaram a ter ênfase maior na década de 1990. Esta preocupação de articular as questões ambientais à Ciência, à Tecnologia e à Sociedade, fez emergir um desdobramento do enfoque CTS, de forma que alguns autores passaram a usar o termo Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) (MARCONDES et al., 2009; BERNARDO; VIANNA; FONTOURA, 2010).

Em outras palavras, o enfoque CTSA emergiu a partir da necessidade sentida por parte de algumas pessoas da inserção da dimensão ambiental no ensino de ciências, aspecto que, segundo Alves, Mion e Carvalho (2008), não tem sido evidenciado nas produções CTS, ideia compartilhada por Vasconcelos e Santos (2008). Desta forma, defendem a nomenclatura CTSA, afirmando que esta perspectiva permite que

[...] entrem em cena temas contemporâneos, como mudanças climáticas associadas à compreensão da Física Térmica, que levem em conta aspectos como aquecimento global e efeito estufa; derretimento das calotas polares; a abertura na camada de ozônio; poluição atmosférica (ALVES; MION; CARVALHO, 2008, p. 6).

Além disto,

[...] a abordagem CTSA está extremamente preocupada em inserir, para o ensino de ciências, temas que trouxessem a complexidade das interconexões da ciência, tecnologia e sociedade, possibilitando uma reconstrução do status quo da educação científica (BORTOLETTO; SUTIL; CARVALHO, 2010, p. 3).

A partir destas colocações, aponta-se a importância de tais abordagens com os licenciandos, para que estes estejam preparados para uma abordagem diferenciada em sala de aula futuramente. Deste modo, o componente curricular, cursado por 27 licenciandos, iniciou com leitura e discussão de referenciais ligados ao enfoque CTS. Após a leitura, os licenciandos foram divididos por meio de sorteio estratégico, em grupos multidisciplinares, formados de acordo com afinidade maior em determinada área de formação proporcionada pelo curso – Física, Química ou Matemática - para a escolha de um tema e elaboração de uma proposta sob uma perspectiva interdisciplinar.

A escolha do tema se deu a partir de reportagens trazidas pelos licenciandos para a sala de aula, com notícias recentes divulgadas pela mídia. Assim, emergiram os temas: “Por que tem água nesta conta de luz?”, discutindo o aumento do custo de energia elétrica e a crise hídrica; “Tinha uma pedra no

meio do caminho, tinha um calcário no meio do caminho”, enfocando impactos sócio-econômico-ambientais, acarretados pela extração do calcário, além de compreenderem o processo de formação do calcário, suas propriedades e seu processo de extração; “HIV/AIDS – Clube do Carimbo”, visando trabalhar a Educação Sexual com alunos do Ensino Fundamental e Médio; e, “Drogas, o que elas têm a oferecer”, tema que permite trabalhar a composição química das drogas, as reações físico-químicas presentes na inalação ou ingestão das drogas, e os processos envolvidos na síntese da produção industrial das drogas lícitas.

A implementação destas propostas não foi viável durante este CC em virtude do pouco tempo, mas algumas das propostas foram utilizadas, com as devidas adaptações, durante o estágio curricular supervisionado de parte dos licenciandos.

Foi observado no decorrer do semestre que o maior problema do componente curricular foi a escolha dos grupos por meio de sorteio, gerando uma série de problemas entre colegas. Contudo, esta dinâmica organizativa foi proposital para enfatizar que no ambiente profissional em que atuarão, as ações coletivas que se fazem necessárias nem sempre serão por afinidade, de forma que é preciso aprender a lidar com os conflitos que se estabelecem.

Por outro lado, ao compor grupos com afinidades em diferentes áreas permitiu que a perspectiva interdisciplinar emergisse de forma natural. Pode-se exemplificar o tema “Drogas, o que elas têm a oferecer?”, na qual os licenciandos se propuseram a abordar: i) Doenças/Dependência; ii) Conhecer a composição química dos componentes; iii) Conhecer os processos físicos envolvidos; iv) Potenciais econômicos das drogas; v) Efeitos no organismo do ser humano dos componentes do cigarro; vi) Riscos e malefícios para saúde.

4 INTEGRAÇÃO DAS CIÊNCIAS: EIXOS TEMÁTICOS, TEMAS TRANSVERSAIS E TEMAS ESTRUTURADORES

As Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) (BRASIL, 2002b) sugerem a estruturação do processo de ensino por meio de temas estruturadores, de modo a associar, de forma contextualizada, os conhecimentos disciplinares a habilidades e competências específicas ou gerais. Os conhecimentos de cada disciplina ou área de saber:

[...] não se restringem a tópicos disciplinares ou a competências gerais ou habilidades, mas constituem-se em sínteses de ambas as intenções formativas. Ao se apresentarem dessa forma, esses temas estruturadores do ensino disciplinar e seu aprendizado não mais se restringem, de fato, ao

que tradicionalmente se atribui como responsabilidade de uma única disciplina. Incorporam metas educacionais comuns às várias disciplinas da área e das demais e, também por isso, tais modificações de conteúdo implicam modificações em procedimentos e métodos, que já sinalizam na direção de uma nova atitude da escola e do professor (BRASIL, 2002b, p. 13).

Ao destacar o tratamento interdisciplinar do conhecimento específico relacionado a cada disciplina por meio dos Temas Estruturadores, trazem como exemplo a sucata industrial ou detrito orgânico doméstico acumulado junto a um manancial, que seria um tema que não envolve apenas conhecimentos específicos da Biologia, Física e Química, “tampouco é apenas sociológica, ambiental, cultural, ou então só ética e estética – abarcam tudo isso e mais que isso” (BRASIL, 2002b, p. 14).

Contudo, em análise aos documentos oficiais, é perceptível que a concepção sobre temas não é unânime entre as áreas, embora seja consenso nos documentos referentes à Biologia, Física e Química, um ensino que tenha como ponto de partida uma situação-problema, por se entender que assim o aluno passa a lidar com algo real e próximo a ele.

Os Temas Estruturadores sugeridos para as três áreas mencionadas pelas PCN+ (BRASIL, 2002b) possuem natureza conceitual, conforme destaca Hal-menschlager (2014). Segundo a autora, estes temas se mantêm restritos às estruturas conceituais universais de cada disciplina, podendo ser facilmente relacionados aos conceitos científicos específicos, sem apresentarem, explicitamente, relações com questões sociais mais profundas.

No entanto, apesar desse viés conceitual presente nos Temas Estruturadores, as OCNEM (BRASIL, 2006) trazem alguns aspectos que sinalizam para avanços em relação ao tratamento hegemonicamente conceitual dos conteúdos. O documento afirma que os Temas Estruturadores têm por função ajudar o professor na definição e organização das ações pedagógicas, “configurando-se como meios para atingir os objetivos do projeto pedagógico da escola, e não como objetivos em si” (BRASIL, 2006, p. 21).

No que se referem à Biologia, as PCN+ ressaltam que são necessárias situações-problema para provocar a motivação do aluno, e para tal, o professor deve criar situações de desequilíbrio, que desafiem os estudantes. De acordo com o documento, “situações-problema mobilizam o aluno, colocam-no em uma interação ativa consigo mesmo e com o professor; criam necessidades, provocam um saudável conflito; desestabilizam a situação e paulatina e sucessivamente o vão auxiliando a organizar seu pensamento” (BRASIL, 2002b, p. 55). Este aspecto está relacionado à preocupação apresentada pelos documentos quanto à formação de jovens preparados para enfrentar situações do cotidiano.

Já as OCNEM (BRASIL, 2006) traçam constantemente relações com outros temas e temas de outras áreas do conhecimento, sugerindo, por exemplo, a abordagem da disponibilidade de água potável, o problema do esgoto, do lixo e da poluição. O documento também dá enfoque ao trabalho a partir de situações-problema como: produzir ou não em larga escala organismos geneticamente modificados; e os riscos e benefícios da utilização de transgênicos. Os temas polêmicos, como o uso de transgênicos na alimentação e a clonagem terapêutica, de acordo com o documento, permitem, entre outros aspectos, o desenvolvimento da consciência crítica e a capacidade de argumentação dos educandos visando à participação nos debates contemporâneos. São indicados também os temas discutidos na mídia, para que os estudantes estejam preparados para associar a realidade do desenvolvimento científico atual aos conceitos básicos do pensamento biológico. Sob este enfoque, o papel do professor passa a ser o de possibilitar ao aluno desenvolver as habilidades necessárias para a compreensão do papel do homem na natureza (BRASIL, 2006).

No contexto da Física, os documentos, particularmente as PCN+ (BRASIL, 2002b, p. 83), destacam a importância de se considerar “objetos, coisas e fenômenos que façam parte do universo vivencial do aluno, seja próximo, como carros, lâmpadas ou televisões, seja parte de seu imaginário, como viagens espaciais, naves, estrelas ou o Universo”, para que o processo de ensino e aprendizagem faça sentido. Para isto ser efetivado, é imprescindível que se contemplem estratégias de ensino que permitam o estabelecimento de um diálogo entre professores e educandos, mediado pelo conhecimento.

As OCNEM (BRASIL, 2006) avançam em termos de propostas que proporcionem a aproximação escola e vivência. O documento destaca a proposta CTS, na perspectiva de possibilitar a alfabetização científica da população em geral, a partir da discussão entre aspectos da ciência, da tecnologia e da sociedade, além de questões tecnocientíficas em acontecimentos sociais significativos. Isso envolve, de acordo com as OCNEM, reflexões no campo econômico e sua articulação com o desenvolvimento tecnológico e científico.

Outros exemplos são citados pelas OCNEM (BRASIL, 2006), ao argumentarem que a formação por competências deve possibilitar a formação de sujeitos capazes de opinar em debates sobre clonagem, uso de pesticidas agrícolas ou energia nuclear, momento em que são requisitados aspectos relacionados ao debate ético e político. Além disso, para comprar uma geladeira, as pessoas precisariam de aspectos técnicos assim como de conhecimentos científicos.

Na área da Química, os conteúdos e temas trabalhados devem favorecer a compreensão do mundo natural, social, político e econômico. De acordo com as PCN+:

Não se procura uma ligação artificial entre o conhecimento químico e o cotidiano, restringindo-se a exemplos apresentados apenas como ilustração ao final de algum conteúdo; ao contrário, o que se propõe é partir de situações problemáticas reais e buscar o conhecimento necessário para entendê-las e procurar solucioná-las (BRASIL, 2002b, p. 93).

Ou seja, não se defende uma exemplificação dos conceitos científicos com questões vivenciadas no dia a dia, mas sim a consideração da vivência individual dos educandos, que envolvem seus conhecimentos escolares, histórias pessoais, tradições culturais, relação com os fatos e fenômenos do cotidiano e informações veiculadas pela mídia, além de levar em consideração “a sociedade em sua interação com o mundo, evidenciando como os saberes científico e tecnológicos vêm interferindo na produção, na cultura e no ambiente” (BRASIL, 2002b, p. 93).

As OCNEM (BRASIL, 2006) dão grande enfoque aos temas sociais, sendo estes, articulados com o conhecimento químico, necessários para proporcionar o desenvolvimento, no educando, da capacidade de tomada de decisões diante de situações reais. As OCNEM, especificamente em relação à área de Química, ressaltam que, apesar das PCN+ (BRASIL, 2002b) apresentarem temas gerais, estes poderiam ser selecionados de acordo com as condições e os interesses dos estudantes. Assim, mencionam como exemplos de temas que podem ser abordados, “poluição, recursos energéticos, saúde, cosméticos, plásticos, metais, lixo, química agrícola, energia nuclear, petróleo, alimentos, medicamentos, agrotóxicos, águas, atmosfera, solos, vidros, cerâmicas, nanotecnologia [...]” (BRASIL, 2006, p. 122).

A defesa em torno do posicionamento crítico e da participação em processos decisórios é destacada também pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica (DCNEB) (BRASIL, 2010), ao ressaltarem a importância do conhecimento científico e das tecnologias na vida das pessoas, para que estas saibam “se posicionar frente a processos e inovações que a afetam. [...] o avanço do uso da energia nuclear; da nanotecnologia; a conquista da produção de alimentos geneticamente modificados; a clonagem biológica (BRASIL, 2010, p. 21).

Surgem então, neste contexto, delimitações quanto ao papel do professor na sala de aula:

A dinâmica da vida do professor na escola pode e precisa voltar-se mais para o favorecimento da (re)organização da prática curricular, da (re)construção do processo ensino-aprendizagem, das decisões do que ensinar, de como ensinar e de como avaliar o significativamente aprendido [...] (BRASIL, 2006, p. 132).

O mesmo documento delega, em vários momentos, aos professores, o papel de selecionar os temas, para que, à medida que estes forem abordados, ganhem complexidade e profundidade. Cabe ao professor, portanto, selecionar problemas que representem situações relevantes para os alunos. Para isto, é imprescindível que o professor tenha formação que o permita ter uma visão ampla e global do conhecimento, ao mesmo tempo em que consiga articular esse conhecimento à realidade dos estudantes.

No entanto, Nascimento et al (2010) destacam que:

Apesar de conceitos como contextualização, temas transversais e interdisciplinaridade estarem presentes na vida de cada professor, torná-los parte do contexto da sala de aula ainda é um desafio que tem que ser discutido tanto na formação inicial quanto na formação continuada (NASCIMENTO et al, 2010, p. 8).

A preocupação com tal desafio motivou a discussão dos Temas Estruturadores em uma das ofertas do componente curricular de Integração das Ciências. Nesta oferta, os alunos eram essencialmente do primeiro semestre de curso.

Nas três primeiras semanas de aula, os alunos ficaram encarregados de ler trechos dos documentos oficiais supramencionados, especificamente aqueles relacionados aos Temas Estruturadores, afim de estabelecermos um referencial teórico para a prática que seria realizada, além dos estudantes conhecerem a proposta apresentada nos documentos. Na aula eram estabelecidos pontos de discussão.

Após a leitura, os 15 licenciandos se dividiram em grupos. Cada grupo procedeu com a escolha de um tema tendo como inspiração os Temas Estruturadores da área de Ciências da Natureza, a partir do qual elaboraram uma proposta de ensino que poderia ser desenvolvida na Educação Básica.

Um dos grupos denominou sua proposta de “Educação Ambiental, a árvore da vida!”, visando instigar alunos do 9º ano do Ensino Fundamental da realidade do descarte incorreto do lixo eletroeletrônico, abrangendo para isto conteúdos de Física, Química, Matemática e Biologia. Outro grupo partiu em direção similar com o tema “Lixo eletrônico”. Neste caso, tinham como objetivo trabalhar a questão do lixo eletrônico, estabelecendo contrapontos entre riscos e benefícios, além de utilizar a robótica, exemplificando a construção de kits de robótica com alunos também do 9º ano do Ensino Fundamental.

Um terceiro grupo se inspirou também em uma reportagem *on-line* que se discutia os efeitos dos produtos usados nos cabelos, de forma que denominou sua proposta de “Você tem Química no Cabelo?”. Os integrantes do grupo

tinham por objetivo discutir os efeitos positivos e negativos dos produtos utilizados nos cabelos a partir dos conceitos científicos, de forma que as pessoas compreendam que até os produtos utilizados no dia a dia em casa podem ser nocivos.

O tema “Telefonia: a partir de uma perspectiva histórica até a atualidade” foi abordado por um quarto grupo, pensando na implementação com alunos de 2º Ano do Ensino Médio. A proposta abordava a história da comunicação, destacando as mudanças ocorridas até chegarmos aos meios de comunicação que temos hoje, dando destaque para as implicações sociais, econômicas e ambientais destas mudanças.

O quinto grupo deu ênfase à discussão bastante latente na cidade: a reativação de uma pequena usina hidrelétrica. Com o título “É viável a reativação da usina hidroelétrica na Cascata do Salso?”, os licenciandos se basearam no tema estruturador “energia” para abordar os conceitos científicos envolvidos na geração de energia através de usina hidrelétrica, além dos fatores sociais, econômicos e ambientais envolvidos.

Para a finalização das atividades do componente curricular, foi realizado um júri simulado, tendo como problema o “acidente de Mariana”, episódio em que houve o rompimento de uma barragem de rejeitos de mineração. O problema foi escolhido por estar na mídia constantemente. Para a realização do júri, metade da turma assumiu o papel de defender a empresa responsável pela barragem e outra metade acusou a empresa no papel de moradores da região atingida. Para o júri os licenciandos tiveram que se fundamentar, o que contribuiu para estimular a pesquisa e a leitura, além de desenvolver a comunicação dos licenciandos em grande grupo, aspecto que se apresentava como uma dificuldade inicial no CC.

Ao analisar o CC em sua totalidade, é possível sinalizar que o fato de serem licenciandos de primeiro semestre dificultou um pouco a agilidade no desenvolvimento do componente curricular, considerando que a leitura de alguns trechos dos Parâmetros Curriculares era complexa, uma vez que, não se trata de uma leitura usual aos alunos. Houve muita reclamação em relação à extensão do documento a ser lido, apesar de não ter sido lido na íntegra. Além disso, o linguajar utilizado no documento também não era familiar aos licenciandos, de modo que eles demoravam mais tempo para compreendê-lo.

A elaboração da proposta de ensino esbarrou na dificuldade que os licenciandos possuem em se desvincular da sequência tradicional dos conteúdos, uma vez que, ao se pensar uma proposta de ensino interdisciplinar, é preciso superar o modelo linear.

5 INTEGRAÇÃO DAS CIÊNCIAS: EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

A compreensão do processo de construção do conhecimento em ciências é um foco de pesquisa que vem sendo debatido e estudado nos últimos anos. Uma parte das pesquisas propõe estratégias metodológicas para melhorar o processo de ensino e a aprendizagem em ciências (THARP; GALLIMORE, 1988; ROWELL; DAWSON, 1985; MACHADO, 1999; ZANON; SILVA, 2000; GOI, 2004; GOI; SANTOS, 2009) e a experimentação se constitui como uma estratégia metodológica que pode ser implementada com este objetivo.

A experimentação é uma estratégia metodológica que pode ser implementada com o objetivo de melhorar o processo de ensino e aprendizagem em Ciências. Ela tem papel relevante por instigar o aluno a pensar, a criar e a testar hipóteses, como também faz o educando se sentir atuante em sua aprendizagem (GOI, 2004). Na concepção de Axt (1991), a experimentação pode aproximar o Ensino de Ciências das características de um trabalho científico, como também pode contribuir para a aquisição de conhecimento e para o desenvolvimento cognitivo dos alunos.

Apesar de a experimentação ser uma alternativa metodológica eficiente nos contextos das aulas de ciências (ALONSO; GIL PEREZ; MARTINEZ TORREGOSA, 1992; GONZALES, 1992; SANCHES et al., 1992; GIL PEREZ, 1993; HODSON, 1994; GARCIA BARROS; MARTÍNEZ LOSADA; MONDELO ALONSO, 1995; WATSON; PRIETO; DILLON, 1995; GIL PEREZ; VALDÉS CASTRO, 1996; RITCHIE; RIGANO, 1996), as pesquisas nos têm revelado que o ensino experimental está sendo mal conduzido em escolas e universidades, por isso, parece-nos necessário não mais protelarmos a proposição de alternativas para as aulas experimentais e repensar como essas estão sendo trabalhadas nos contextos das salas de aula (GOI, 2004).

Para muitos autores (HODSON, 1994; BARBEARÁ; VALDÉS, 1996; TAMIR; GARCIA, 1992, GONÇALVES; MARQUES, 2006.), o laboratório didático é fundamental no Ensino de Ciências e pensar em descartá-lo seria, na opinião desses pesquisadores, destruir a Ciência em seu contexto. Nesse sentido, há aqueles que defendem o uso do laboratório de ciências como uma ferramenta metodológica de ensino eficaz.

Zuliani e Ângelo (2001), por exemplo, acreditam que é necessário investir no processo de construção de conhecimento científico a partir das aulas experimentais, pois essa alternativa pode ser um meio de incentivar o estudante à discussão, ao enfrentamento de ideias, ao levantamento de hipóteses e conclusões. Entretanto, como esses autores sinalizam, o ensino experimental deve ser mais bem estruturado, pois tradicionalmente as atividades estão

orientadas por uma metodologia indutivista, com base em experimentações prontas como em um receituário, e a manutenção dessas práticas pode perpetuar o ensino tradicional que pouco tem a contribuir para o processo de construção de conhecimentos científicos (ZULIANI; ÂNGELO, 2001).

Por outro lado, o ensino experimental pode priorizar situações de investigação aos alunos, como também deve privilegiar o ensinar, o fazer e o pensar, estudar os conhecimentos já estruturados e normativos do currículo, em que os estudantes pensarão de forma mais autônoma e crítica à atividade científica escolar e o resultado da interação entre o conhecimento, o professor e o aluno, elementos básicos de um sistema didático (IZQUIERDO; SANMARTÍ; ESPINET, 1999, BASSOLI, 2014).

Na visão de González (1992), as práticas laboratoriais podem servir como um instrumento que favoreça questões fundamentais para o entendimento e construção de conceitos, e, Insausti (1997) argumenta que as aulas experimentais quando bem estruturadas são fundamentais para a aquisição e construção de conceitos científicos.

Por outra parte, há pesquisadores que defendem o ensino experimental a partir de ferramentas computacionais, como por exemplo, internet, simulações, ferramentas de exploração, softwares para a realização de experiências assistidas por computadores, etc (LAJUS; MAGNIER, 1998). Esta alternativa não descarta o uso do laboratório convencional, mas constitui-se como subsídio para a manipulação virtual de um experimento (THORTON, 1987). O planejamento das atividades, a escolha dos procedimentos, a seleção dos equipamentos, a preparação da montagem experimental, as observações, os registros, as interpretações dos resultados e as conclusões, devem permear tanto o trabalho no laboratório tradicional, quanto o trabalho realizado virtualmente.

Apesar de muitos pesquisadores defenderem o uso do laboratório de ciências físico ou virtual, há um debate sobre o ensino experimental nos vários níveis de ensino (GONZÁLEZ, 1992, CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2004, COQUIDÉ, 2008, GIORDAN, 2008). Uma polêmica desse debate é de natureza filosófica em que se refere ao indutivismo extremo, inerente ao uso tradicional do laboratório (GIL PEREZ, 1996). Essa polêmica fomenta o debate sobre as atividades que se propõem apenas a testar fenômenos, cujos resultados já são esperados e conhecidos. Isto ficou demarcado no ensino tradicional e nas aulas por Redescoberta, hoje, muito criticada na área de ensino de Ciências.

Outro elemento polêmico, este de natureza cognitiva, refere-se à adequação das atividades propostas às habilidades mínimas dos estudantes frente às atividades experimentais. Insausti (1997) revela que o professor enfatiza inúmeras ideias ao mesmo tempo e o aluno não consegue construí-las, com isso, há

uma sobrecarga de conceitos que, por meio da linguagem “cientificista” do professor, dificulta a compreensão dos modelos teóricos.

Há outra polêmica relativa às aulas experimentais e essa se vincula à prática pedagógica, como, por exemplo, a falta de espaço físico e as precárias condições de materiais para a execução dessas atividades (AXT, 1991). Muitos professores quando questionados sobre a implementação das aulas experimentais argumentam que não há um espaço apropriado e equipamentos para a realização dos experimentos, como também argumentam que não há tempo para realizar esse tipo de metodologia, pois há a necessidade do cumprimento do currículo mínimo (CAMPOS; SILVA, 1999).

Ainda em relação à polêmica pedagógica, alguns trabalhos revelam que há uma falta de clareza no proceder e experimentar durante as aulas laboratoriais, ou seja os objetivos das aulas experimentais não são explícitos aos alunos. Borges (1997) ao tratar dos objetivos que os professores e os estudantes tradicionalmente associam ao laboratório de Ciências, faz alguns apontamentos:

i- Verificação e comprovação de leis e teorias científicas: esse objetivo que nos parece equivocado faz com que um experimento que não deu um resultado esperado seja refeito até que as expectativas sejam alcançadas, isso privilegia a assimilação e memorização de fórmulas e conceitos.

ii- Ensinar o método científico: o laboratório pode proporcionar excelentes oportunidades de testagem de hipóteses sobre fenômenos particulares. Para isso o professor deve explicar as diferenças entre experimentos com fins pedagógicos e a investigação empírica dos cientistas; é necessária uma análise mais cuidadosa entre observação, experimento e teoria; e encorajar a discussão aberta das limitações e suposições que permeiam cada atividade no laboratório escolar;

iii- Facilitar a aprendizagem e compreensão de conceitos: que envolve considerar as ideias prévias dos estudantes e a realização planejada e adequada das atividades. Esses objetivos apesar de respaldados por orientações teóricas (p. ex. David Ausubel e Robert Gangé) não garantem o sucesso de uma atividade por experimentação.

iv- Ensinar habilidades práticas: a aquisição de habilidades práticas e técnicas de laboratório é um objetivo que pode e deve ser tentado nas atividades. Bem como o uso dos equipamentos e instrumentos específicos (realizar montagens). Outro dado importante é investir nas chamadas técnicas de investigação, que são ferramentas úteis e importantes, por exemplo, repetir procedimentos para aumentar a confiabilidade dos resultados obtidos, aprender a colocar e obter informações em diferentes formas de representação, como diagramas, esquemas, gráficos, tabelas, etc (BORGES, 1997, p. 4).

Considerando os elementos apontados pelo autor, parece claro que a simples introdução de atividades práticas não resolve as dificuldades de aprendizagem em Ciências (GOI, 2004). É nesse enfoque que o componente curricular de integração das Ciências III se propôs a trabalhar com diferentes possibilidades de uso do laboratório didático, entre elas destaca-se: “O uso do laboratório virtual; a resolução de problemas no laboratório didático; os problemas investigativos associados ao laboratório didático e experimentação; resolução de problemas e a interdisciplinaridade”

Em sala de aula, o professor do componente curricular apresentou alguns referenciais da área trabalhando com as possibilidades de realizar um estudo sistemático sobre a importância em trabalhar com a experimentação nas aulas de Ciências e Matemática da Educação Básica. Para isso, os licenciados foram divididos em 4 grupos para facilitar a leitura e o debate de textos da área.

A partir dessas leituras e discussões, os licenciados produziram e apresentaram um plano didático a ser aplicado na Educação Básica utilizando a metodologia de experimentação. Observa-se que as propostas não foram inovadoras, a maior parte delas já está descrita na literatura e muitas delas já foram implementadas em contextos das aulas de Ciências e Matemática.

Dentre as produções, destaca-se o uso da simulação computacional. Essa proposta foi elaborada para ser aplicada em turmas do 3º Ano do Ensino Médio a partir da temática sobre o aumento no valor da conta de luz, ocorrido no Brasil nos últimos anos. Essa proposta tem como objetivo propiciar aos alunos a aprendizagem de conceitos relacionados à Matemática, Física e Química.

Para introduzir o assunto, os licenciandos contextualizam a partir de leituras de textos de jornais e revistas de circulação nacional. Seguida essa discussão, os licenciandos propuseram uma interpretação das contas de luz, com o objetivo de identificar os componentes utilizados para chegar ao valor em que o consumidor deve pagar. A partir da leitura e interpretação da conta, trabalha-se com conceitos matemáticos como porcentagem, função afim, e outros. Fazendo uma análise dos dados da conta de luz, como: consumo, tarifa, impostos, os licenciandos propõem a utilização de um programa computacional para trabalhar com função afim.

Para articular os conceitos de carga elétrica, quantidade de eletricidade, carga elétrica elementar, eletrização por atrito e por contato, força eletrostática, campo elétrico, campo elétrico de várias cargas e corrente elétrica, diferentes sistemas de transformação e energia, os licenciandos propõem a utilização de uma simulação computacional do “*Phet Colorado*”.

Ao trabalhar os impactos ambientais causados pela utilização de usinas termelétricas, os graduandos chegaram à conclusão que não poderiam deixar de trabalhar com os processos que geram energia e, desse modo, com a quantidade de poluentes gerados ao meio ambiente e, com isso, o aquecimento global do planeta e, conseqüentemente, o efeito estufa. Para simular o efeito estufa os graduandos também utilizaram um programa computacional do *Phet Colorado* com o objetivo de demonstrar como esse efeito pode ser exemplificado através de uma simulação.

Observam-se nessa proposta que os graduandos conseguiram articular conceitos de Matemática, Física e Química a partir da interpretação de uma conta de luz, que muitas vezes, acaba sendo despercebida nos contextos escolares. Essa tentativa mobilizou os licenciandos na busca por uma questão do cotidiano dos alunos, bem como na compreensão do funcionamento das ferramentas computacionais.

Outro grupo construiu uma proposta de trabalho articulando a metodologia do laboratório de ciências à resolução de problemas. A proposta foi elaborada para ser aplicada em alunos que estão no 3º Ano do Ensino Médio.

Para construir essa proposta didática, os graduandos além de aprofundarem seus conhecimentos teóricos a despeito da experimentação, tiveram que estudar a metodologia de resolução de problemas no Ensino de Ciências. Percebe-se que os graduandos sentiram dificuldades em planejar uma sequência de situações-problemas no que tange ao uso do laboratório de Ciências, como também, tiveram resistência ao propor problemas interdisciplinares, uma das condições para a realização do trabalho.

Os dois primeiros blocos de problemas se referem aos conteúdos de funções orgânicas, termoquímica e reações bioquímicas. Esses dois blocos de problemas foram organizados com o objetivo de que os alunos da Educação Básica consigam usar os conceitos teóricos compreendidos e construídos a partir das funções orgânicas e do conteúdo de termoquímica. Os problemas permitem que os alunos possam realizar no laboratório didático as reações de combustão, possibilita a construção e funcionamento de um bafômetro para comprovar a ingestão de álcool no organismo humano, permite que os estudantes pesquisem sobre a quantidade de energia em determinados tipos de alimentos e faça experimentos laboratoriais para comprovar a quantidade de calorías existentes nos alimentos.

No terceiro e quarto blocos de problemas, esses destinados ao 1º Ano do Ensino Médio, os graduandos realizaram duas sequências de problemas, um deles se refere ao conteúdo sobre “Drogas” e o outro ao conteúdo de “Misturas de Substâncias”.

Quanto ao bloco de problemas sobre “Drogas”, os graduandos articulam os conteúdos de processos bioquímicos que ocorrem no organismo humano através da ingestão de drogas, a política da circulação de drogas lícitas no Brasil, efeitos que as drogas causam no organismo humano, experimentos laboratoriais que possam simular a comprovação de drogas no organismo humano.

Percebe-se que os graduandos têm dificuldades de organizar a sequência de problemas relacionados às drogas, talvez pelo fato de sentirem dificuldades na compreensão dos conteúdos de Bioquímica.

No quarto bloco de problemas, que está relacionado ao conteúdo de “Misturas de Substâncias” os licenciandos aproveitam reportagens de jornais de circulação nacional sobre a adulteração do leite e a partir dessas reportagens elaboram uma sequência de problemas. Nessa sequência de problemas, observa-se que os alunos em formação inicial, conseguem contextualizar a situação-problema usando a reportagem, seguida de uma pesquisa sobre os diferentes tipos de leite que estão em circulação no mercado e introduzem os conceitos de homogêneo e heterogêneo no próprio problema. Na sequência, solicitam uma comprovação experimental que induz o estudante a comprovar se o leite é puro ou uma mistura de substâncias. A partir disso, começa uma sequência de perguntas sobre o assunto o que faz com que o aluno perceba que o leite é uma mistura de substâncias, apesar de ter um aspecto homogêneo.

Esse tipo de situação-problema resgata conteúdos que já foram trabalhados em séries anteriores e isso fortalece o conhecimento científico, pois os alunos devem articular conteúdos já apreendidos e, conseqüentemente, construídos.

Além dessas propostas, outro grupo de graduandos, elaborou um trabalho sobre resolução de problemas associado ao esporte. Percebe-se que os graduandos propuseram essa proposta com o objetivo de trabalhar com conteúdos básicos da matemática associados à saúde. Entre os conteúdos articulados nos problemas encontram-se: conceito de área, proporcionalidade, pesquisar valores para cálculo de custo de obra, estudar os benefícios que o esporte traz para a saúde, associar o esforço físico a algumas doenças e outros.

Para trabalhar esses conteúdos, elaboraram uma sequência de problemas associados às atividades de laboratório, pesquisa e júri simulado.

Observa-se que os problemas têm uma sequência de ordem de complexidade, inicia-se em conteúdos mais simples e, gradativamente, vai aumentando o grau de dificuldades conceituais. A maioria das situações possibilita que o

aluno da educação básica trabalhe em equipes colaborativas de trabalho, isso faz com que haja diálogo e, conseqüentemente, articulem resoluções similares.

Observam-se nessa proposta de trabalho que os graduandos articularam conceitos básicos da Matemática, associados aos conteúdos de Ciências da Natureza, bem como, pensaram no processo de construção da argumentação através de um júri simulado.

Através deste trabalho, pode-se perceber que o investimento na proposição de materiais didáticos sobre experimentação no Ensino de Ciências tem priorizado aprendizagem e possibilidades aos licenciandos em Ciências Exatas. A utilização da metodologia de experimentação possibilitou uma discussão crítica e reflexiva à luz da literatura, sobre as características dessa metodologia, suas potencialidades, coerência e importância no trabalho do professor.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das atividades desenvolvidas nos quatro componentes curriculares abordados neste trabalho, é possível identificar que a perspectiva interdisciplinar defendida pelos documentos oficiais e pretendida pelo curso de Licenciatura em Ciências Exatas da Unipampa, está sendo alcançado. Este aspecto está presente de forma explícita no material produzido no decorrer de cada semestre e aqueles que são entregues ao final pelos grupos de licenciandos.

No entanto, destaca-se que o viés interdisciplinar requer aprofundamentos no decorrer de todo o curso para superar a visão compartimentada do conhecimento enraizada nos licenciandos, geralmente decorrente de uma educação básica disciplinar e propedêutica. Neste sentido, percebem-se as potencialidades da abordagem temática, seja na perspectiva freireana ou na CTS, que requer mudanças na forma de conceber os conteúdos científicos, na seleção dos conteúdos e na forma de sua abordagem com os estudantes da Educação Básica.

Assim, não é suficiente que o licenciando compreenda os conceitos científicos de sua futura área de atuação, bem como não é suficiente que aprenda, isoladamente, técnicas de ensino para melhor ensinar conceitos científicos a seus alunos. É preciso que o licenciando entenda a necessidade de articulação dos conhecimentos também na Educação Básica. E isto é alcançável nos componentes curriculares de Integração das Ciências.

Outrossim, frisa-se a relevância de inserir a PCC no PPC do curso, explicitando carga horária específica para tal, além de proporcionar formação aos docentes do ensino superior de modo que estes tenham clareza quanto ao desenvolvimento de tal proposta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIKENHEAD, G. S. Research Into STS Science Education. **Educación Química**, Cidade do México, v. 16, n. 3, jul 2005. 384 - 397.

ALONSO, M.; GIL PEREZ, D.; MARTINEZ TORREGOSA, J. Los exámenes de física e química en la enseñanza por transmission y en la enseñanza por investigación. **Enseñanza de Las Ciencias**, Barcelona, v. 10, n. 2, p. 127-138, 1992.

ALVES, J. A. P.; MION, R. A.; CARVALHO, W. L. P. D. Formação de professores de Física e implicações da relação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente: possibilidades, desafios e limitações. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 11., 2008, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UTFPR, 2008. p. 1-12.

AULER, D. Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS): Modalidades, Problemas e Perspectivas em sua Implementação no Ensino de Física. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 6., 1998. **Resumo...** Florianópolis, UFSC, 1998.

_____. **Interações entre Ciência–Tecnologia–Sociedade no contexto da formação de professores de ciências**. 2002. 124f. Tese (Doutorado em Educação: Ensino de Ciências) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

_____. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, São Paulo, v. 1, n. especial, p. 5-25, 2008.

AXT, R. O papel da experimentação no ensino de Ciências. In: MOREIRA, M. A.; AXT, R. **Tópicos em ensino de Ciências**. Porto Alegre: Sagra, 1991. p.79-90.

BARBERÁ, O.; VALDÉS, P. El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. **Enseñanza de Las Ciencias**, Barcelona, v. 14, n. 3, p. 365-379, 1996.

BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 20, n. 3, p. 579-593, 2014

BERNARDO, J. R. D. R.; VIANNA, D. M.; FONTOURA, H. A. D. Construção de Práticas em Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente para a Formação Contínua do "Educador CTSA". In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 12., 2010. Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: SBF, 2010. p. 1-12.

BORTOLETTO, A.; SUTIL, N.; CARVALHO, W. L. P. As contribuições da teoria Ação Comunicativa para refletir a Competência Ética Discursiva e a Formação Moral no Ensino de Ciências/Física. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 12., 2010. Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: SBF, 2010. p. 1-13.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Parecer CNE/CP nº 009/2001. Dispõe sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. **Diário Oficial da União**, Brasília, 17 jan 2002a. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/009.pdf>>. Acesso em: 01 fev. 2015.

_____. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC; SEMT, 2002b. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 01 fev. 2015.

_____. **Parecer CNE/CES nº 15/2005**, Brasília: MEC; CNE, 2005. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/pces0015_05.pdf>. Acesso em: 4 jun. 2015.

_____. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC; SEMT, 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf>. Acesso em: 01 fev. 2015.

_____. **Parecer CNE/CEB nº 007/2010**. Dispõe sobre a Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica. Brasília: CNE; CEB, 2010. Disponível em: <http://pactoensinomedio.mec.gov.br/images/pdf/pceb007_10.pdf>. Acesso em: 01 fev. 2015.

_____. Resolução CNE/CP nº 002/2015. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. **Diário Oficial da União**, Brasília, 02 jun. 2015. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/docman/agosto-2017-pdf/70431-res-cne-cp-002-03072015-pdf/file>>. Acesso em: 01 jun 2018.

BORGES, A. T. O Papel do Laboratório no Ensino de Ciências. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 1., 1997, Águas de Lindóia. **Anais...** Porto Alegre: IF/UFRGS, 1997. p. 2–11.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. **Ciência & educação**, Bauru, v. 10, n. 3, p. 363-381, 2004.

CAMPOS, R. C.; SILVA, R.C.; Funções da Química Inorgânica. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 9, p.18-24, 1999.

CARLETTO, M. R.; PINHEIRO, N. A. M. Subsídios para uma prática pedagógica transformadora: contribuições do enfoque CTS. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 15, n. 3, p. 507-525, 2010.

COQUIDÉ, M. Um Olhar sobre a Experimentação na Escola Primária Francesa.). **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.10, n.1, p. 131 - 144, 2008.

DELIZOICOV, D. **Conhecimento, Tensões e Transições**. 1991, 219f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

_____. La Educación en Ciencias y la Perspectiva de Paulo Freire. **Alexandria: Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 37 - 62, jul. 2008.

_____.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

DINIZ-PEREIRA, J. E. A prática como componente curricular na formação de professores. **Educação**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 203-218, mai./ago. 2011.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 49. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2010.

_____. **Ação cultural para a liberdade e outros escritos** 5. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1981.

_____.; SHOR, I. **Medo e Ousadia: o cotidiano do professor**. 5. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1986.

GARCIA BARROS, S.; MARTÍNEZ LOSADA, C.; MONDELO ALONSO, M. El trabajo práctico: una intervención para la formación de profesores. **Enseñanza de Las Ciencias**, Barcelona, v. 13, n. 2, p. 203-209, 1995.

GIL PEREZ, D. Contribucion de la Historia y Ide la Filosofia de las Ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza: aprendizaje como investigación. **Enseñanza de Las Ciencias**, Barcelona, v. 11, n. 2, p. 197-212, 1993.

_____. New trends in science education. **Int. J. SCI. EDUC**, v. 18, n. 8, p. 889-901, 1996.

_____.; VALDEZ CASTRO, P. La Orientacion de las prácticas de laboratorio com investigación: um ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de Las Ciencias**, Barcelona, v. 14, n. 2, p. 155-63, 1996.

GIORDAN, M. **Computadores e linguagens nas aulas de Ciências**. Ijuí: Unijuí, 2008.

GOI, M. E. J. **A Construção do conhecimento químico por estratégias de Resolução de Problemas**. 2004. 151f. Mestrado (Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2004.

_____; SANTOS, F. M. T. Reações de Combustão e Impacto Ambiental por meio de Resolução de Problemas e Atividades Experimentais. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 31, p. 203-209, 2009.

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

GONZÁLEZ, E. M. Qué hay que renovar en los trabajos prácticos? **Enseñanzas de Las Ciencias**, Barcelona, v. 10, n. 2, p. 206-211, 1992.

HALMENSCHLAGER, K. R. **Abordagem de temas em ciências da natureza no Ensino Médio**: implicações na prática e na formação docente. 2014. 373f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

HODSON, D. Hacia Un Enfoque Más Crítico Del Trabajo DE Laboratorio. **Enseñanzas de Las Ciencias**, Barcelona, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.

INSAUSTI, M. J. Análises De Los Trabajos Prácticos de Química General En un Curso de Universidad. **Enseñanzas de Las Ciencias**, Barcelona, v. 15, n.1, p. 123-130, 1997.

IZQUIERDO, M.; SANMARTÍ, N.; ESPINET, M. Fundamentación y Diseño De LAS Prácticas Escolares De Ciencias Experimentales. **Enseñanzas de Las Ciencias**, Barcelona, v. 17, n. 1, p. 45-59, 1999.

LAJUS, P.S.; MAGNIER, R. S. **A escola na era da internet**: os desafios do multimídia na educação. Lisboa: Instituto Piaget, 1998.

MACHADO, A. H. **Aula de Química, discurso e conhecimento**. Ijuí: Unijuí, 1999.

MARCONDES, M. E. R. et al. Materiais Instrucionais numa perspectiva CTSA: uma análise de Unidades Didáticas produzidas por professores de Química em formação continuada. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 281-298, 2009.

MORAES, J. U. P.; ARAUJO, M. S. T. **O ensino de física e o enfoque CTSA**: caminhos para uma educação cidadã. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2012.

NASCIMENTO, V. R. D. et al. Contextualizando o Conhecimento Químico através do tema Chuva Ácida: Uma abordagem CTSA. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 15, 2010, Brasília. **Anais...** Brasília: UnB, 2010. p. 1-9.

RITCHIE, S. M., RIGANO, D. L. Laboratory apprenticeship through a student's research project. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 33, n.7, p. 799-815, 1996.

ROWELL, J. A.; DAWSON, C. Equilibration, conflict and instruction: A new class-oriented perspective. **European Journal of Science Education**, v. 7, n.4, p. 331-344, 1985.

SANCHES, M. et al. Concepciones exzpontaneas de los professores de Ciencias sobre la evalution: obstaculos a superar y propuestas de replanteamineto. **Enseñanza de la Física**, Córdoba, v. 5, n. 2, p.18-38, 1992.

SANTOS, W. L. P. D. Contextualização no Ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, Piracicaba, v. 1, n. especial, p. 1-12, 2007.

_____.; MORTIMER, E. F. Uma análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 133-162, 2000.

_____.; _____. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 1, 2001, p. 95 - 111.

_____. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 1, p. 95 - 111, 2001.

SILVA, A. F. G. **A construção do currículo na perspectiva curricular e crítica das falas significativas às práticas contextualizadas**. 2004. 405f. Tese (Doutorado em Educação: Currículo) Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2004.

TAMIR, P.; GARCIA, M. P. Characteristics of laboratory exercises included in science textbooks in catalonia. **Int. J. of Sci. Educ.**, v. 14, p. 381-392, 1992.

THARP, R; GALLIOMORE, R. **Rousing Minds to life: Teaching, Learning and Schooling in Social Context**. New York: Cambridge University Press, 1988.

THORTON, N. K. Tools for scientific thinking- microcomputer-based laboratories for physics teaching. **Physics Education**, n. 22, p. 230-238, 1987.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA. **Projeto Político Pedagógico do Curso de Licenciatura em Ciências Exatas**. 2013. Disponível em: <<http://dSPACE>>

unipampa.edu.br/bitstream/riu/104/3/PPC_Ciencias_Exatas_Ca%C3%A7apa-va_do_Sul.pdf>. Acesso em: 03. nov. 2018.

VASCONCELOS, E. S. D.; SANTOS, W. L. P. D. Educação Ambiental por meio de tema CTSA: relato e análise de experiência em sala de aula. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 14., 2008, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2008. p. 1-10. Disponível em: <<http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0918-1.pdf>>. Acesso em: 03. nov. 2018.

WATSON, R.; PRIETO, T.; DILLON, J. S. The effect of practical work on student's understanding of combustion. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 32, n. 5, p. 487-502, 1995.

ZANON, L. B.; SILVA, L. H. A. A experimentação no ensino de ciências. In: SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R (Org.). **Ensino de ciências: fundamentos e abordagens**. Campinas: CAPES/UNIMEP, 2000. p. 120-153.

ZULIANI, S. R. Q. A.; ÂNGELO, A. C. D. A Utilização de Metodologias Alternativas: o método investigativo e a aprendizagem de Química, In: NARDI R (Org.). **Educação em Ciências da pesquisa à prática docente**. São Paulo: Escrituras Editora, 2001. p. 69-80.

O TRATAMENTO DO CONTEÚDO ESPONTANEIDADE DOS FENÔMENOS NATURAIS NOS LIVROS DE QUÍMICA RECOMENDADOS PELO PNLD

Bruno Peixoto de Oliveira¹

Universidade Federal do Cariri – UFCA – Brasil
bruno.peixoto@ufca.edu.br

Pierre Basílio Almeida Fachine²

Universidade Federal do Ceará – UFC – Brasil
fachine@ufc.br

Francisco Belmino Romero³

Universidade Federal do Ceará – UFC – Brasil
belmino@ufc.br

Alessandro Cury Soares⁴

Universidade Federal do Cariri – UFCA - Brasil
alessandro.cury@ufca.edu.br

¹Licenciado em Química pela Universidade Estadual do Ceará (2009) e mestre em Química, área de concentração Físico-Química, pela Universidade Federal do Ceará (2014). Atualmente é professor Assistente no Instituto de Formação de Educadores da Universidade Federal do Cariri.

² Graduado em Licenciatura (2001) e bacharelado (2002) em Química, Mestrado (2004) e doutorado (2008) em Química Inorgânica pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Pós-Doutorado em Engenharia de Cristais pela University of Limerick - Irlanda (2014-2015). Foi Chefe do Departamento de Química Analítica e Físico-Química da UFC no biênio de 2012-2013, onde atualmente é Professor Associado II. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Química Inorgânica, atuando principalmente nos seguintes temas: Química de materiais, física do estado condensado, propriedades dielétricas e magnéticas, biomateriais e nanopartículas.

³ Graduado em Química Industrial (1970) e em Engenharia Química (1971) - Universidade Federal do Ceará. Mestre em Ciência dos Materiais e Engenharia Metalúrgica - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1974). Livre Docente em Físico-Química - Universidade Federal do Ceará (2005). Professor de Físico-Química e pesquisador de corrosão e sua proteção na UFC. Atualmente é Professor Associado IV da Universidade Federal do Ceará.

⁴ Graduado em Bacharelado em química pela Universidade Federal de Pelotas (2002), graduação em Licenciatura em Química pela Universidade Federal de Pelotas (2002) e mestrado em Educação em Ciências Química da Vida e Saúde (Ufsm - Furg) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2010) e Doutorado em Educação em Ciências: Química da vida e saúde (UFRGS- Furg-Ufsm) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2016). Atualmente é professor Adjunto na Universidade Federal do Cariri Atua também como pesquisador junto ao Grupo de Pesquisa Interdisciplinar em Ciências da Natureza, Tecnologia e Educação da UFCA.

RESUMO: A Termodinâmica, por se tratar de um ramo experimental e aplicado da Ciência, pode se tornar uma importante ferramenta no processo de ensino e aprendizagem, visto que, através deste caráter aplicado pode facilitar para o aluno a visualização dos conceitos estudados em sala de aula. Este trabalho se propôs a analisar e avaliar o tratamento do conteúdo Espontaneidade dos Fenômenos Naturais nos livros didáticos de Química, recomendados pelo Ministério da Educação através do Guia de Livros Didáticos. Foi realizada uma análise dos livros didáticos atualmente recomendados pelo Ministério da Educação com o objetivo de analisar como o conteúdo espontaneidade dos fenômenos naturais era abordado, e se estavam em adequação com as orientações contidas em documentos legais do MEC. Seguindo as normas do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) dos cinco livros atualmente recomendados, apenas um foi considerado adequado para os processos espontâneos, pois o ele aborda o conceito de entropia fazendo sua ligação com a Segunda Lei da Termodinâmica, e apresentando o conteúdo através de exemplos cotidianos. Um diferencial em relação aos outros livros analisados foi que este material, também aborda outra função termodinâmica que descreve os processos espontâneos em condições mais corriqueiramente encontradas em laboratórios, ou seja, em temperatura e pressão constante, que é a energia de Gibbs.

Palavras chave: Espontaneidade. Livros didáticos. Energia de Gibbs.

ABSTRACT: Thermodynamics, because it is an experimental and applied branch of Science, can become an important tool in the teaching and learning process, since, through this applied character can facilitate for the student the visualization of the concepts studied in the classroom. This work aims to analyze and evaluate the treatment of the content Spontaneity of Natural Phenomena in the textbooks of Chemistry, recommended by the Ministry of Education through the Guide of Didactic Books. An analysis of the textbooks currently recommended by the Ministry of Education was carried out with the objective of analyzing how the spontaneity content of natural phenomena was approached and whether they were in compliance with the guidelines contained in legal documents of the Ministry of Education. Following the norms of the National Book of the Didactic Book of the five books currently recommended, only one was considered adequate for the spontaneous processes, because it approaches the concept of entropy making its connection with the Second Law of Thermodynamics, and presented the content through examples everyday life. A differential in relation to the other books analyzed was that this material also addresses another thermodynamic function that describes the spontaneous processes under conditions most commonly found in laboratories, that is, at constant temperature and pressure, which is Gibbs energy.

Keywords: Spontaneity. Textbooks. Gibbs energy.

1 INTRODUÇÃO

O ensino e aprendizagem da Termodinâmica envolvem conceitos de diversos domínios como Física, Química, Biologia e até mesmo História (LE MARECHAL; BILANI, 2008), ou seja, este assunto é um importante tema em que a interdisciplinaridade pode ser colocada em prática. O pesquisador Chassot (2003) afirma que hoje não se pode mais conceber propostas para um ensino de Ciências sem incluir nos currículos componentes que estejam orientados na busca de aspectos sociais e pessoais dos estudantes.

Nesse sentido, a alfabetização científica emerge como uma proposta de interligação e consolidação dos conhecimentos científicos e dos saberes populares. Ainda, segundo este autor, o saber escolar não é necessariamente uma produção exclusiva para a escola, e de acordo com Lopes (1992) envolve a relação de saberes de outros contextos sociais.

Todos os processos ocorrem naturalmente em um sentido, entretanto, o processo inverso é considerado não natural. Por exemplo: um fruto cai de uma árvore, contudo não vemos um fruto caído ao chão voltar espontaneamente a uma árvore. Deste modo, os processos espontâneos são também considerados processos irreversíveis. Assim o estudo deste conteúdo, especificamente dos fatores que determinam o sentido espontâneo de um processo, constitui como tema importante do ensino de Química, pois rompe com a lógica de senso comum acerca do que é ou do que deixa de ser espontâneo.

Essa situação cotidiana é replicada no Ensino Médio, os fatores que determinam se um dado processo ocorre de forma espontânea não são (normalmente) abordados de maneira adequada, ou seja, através de exemplos cotidianos, nos quais o aluno possa entender os conceitos e a aplicabilidade das funções termodinâmicas como entropia e energia de Gibbs. Este trabalho se propõe a analisar a abordagem do conteúdo “processos espontâneos” nos livros didáticos de Química que foram recomendados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) no triênio 2012-2014.

E a Termodinâmica como um ramo experimental e aplicado da Ciência pode se tornar uma importante ferramenta no processo de ensino-aprendizagem, visto que, através deste caráter aplicado facilita para o aluno a visualização e a aplicabilidade dos conceitos estudados em sala de aula.

Citando alguns exemplos em que aspectos termodinâmicos possam ser facilmente contextualizados e colocados em um âmbito de discussões maiores temos: o processo de funcionamento de um termômetro, processos de combustão em uma caldeira e o aumento do consumo de combustíveis fósseis, os processos espontâneos como oxidação de um metal, transferência de calor

entre corpos de temperaturas diferente, a utilização de energia de uma pilha para realizar trabalho elétrico como em aparelhos celulares, entre outros. Todos esses exemplos podem facilitar o aprendizado dos alunos de conteúdos como, calor, trabalho, entalpia, processos espontâneos, leis da Termodinâmica, energia de Gibbs entre outros.

Enfim, exemplos e questionamentos não nos faltam para discutir os processos de reversibilidade das reações químicas.

2 METODOLOGIA

O trabalho aqui realizado se pauta na vertente qualitativa de pesquisa, ou seja, bebe na fonte dos métodos antropológicos de pesquisa para delinear sua trajetória, assim sendo optamos por nos valer da Análise de Conteúdo, como método analítico.

A Análise de Conteúdo, a qual nos referimos, segue os moldes propostos por Bardin (2009) e pode ser entendido como

[...] referenciar as diligências que nos Estados Unidos marcaram o desenvolvimento de um instrumento de análise de comunicações é seguir passo a passo o crescimento quantitativo e a diversificação qualitativa dos estudos empíricos apoiados na utilização de uma das técnicas classificadas sob a designação genérica de análise de conteúdo; é observar a posteriori os aperfeiçoamentos materiais e as aplicações abusivas de uma prática que funciona há mais de meio século (BARDIN, 2009, p.15).

Neste sentido, podemos entender, conforme Bardin (2009), a Análise de Conteúdo como um conjunto de técnicas, que sistematiza determinados procedimentos, oriundos da análise das comunicações, dando visibilidades aos ditos e aos escritos. Uma associação de palavras, de seu sentido conotativo, de seus estereótipos que resultam em possibilidades de interpretações.

Desta forma, inicialmente foi efetuada uma Análise do Conteúdo (AC) “Processos Espontâneos” nos cinco livros didáticos recomendados pelo Programa Nacional do Livro Didático. Optou-se por avaliar apenas os livros recomendados pelo PNLD para o triênio 2012-2014, pois estes livros já foram validados por profissionais das áreas de Química e Ensino de Química. Além disso, estes livros são amplamente distribuídos pelo país, sendo utilizados por milhões de alunos.

A seguir mostraremos mais desdobramentos dos critérios que adotamos para escolha e análise das obras.

2.1 CRITÉRIOS ADOTADOS PELO MEC PARA A SELEÇÃO/ADOÇÃO DOS LIVROS DIDÁTICOS

Segundo o edital para o ingresso das coleções no PNLD 2012-2014, todas as coleções foram submetidas a um processo rígido de avaliação composto de três grandes etapas, a saber:

- a) triagem - baseada em aspectos técnicos como, por exemplo, características que deveriam estar presentes na capa, folha de rosto, verso, lombada e miolo do livro e manual do professor, além de formato, matéria-prima, acabamento.
- b) pré-análise – conforme apresentação de documentação pertinente ao processo;
- c) avaliação pedagógica – os critérios pedagógicos inerentes às Leis de Diretrizes e Bases da Educação Nacional e Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e a disciplina de Química em específico. A não observância de qualquer um destes critérios resultaria em eliminação da obra, pois, desta forma, a obra encontraria-se em oposição aos objetivos estabelecidos pelo MEC para o Ensino Médio.

Os critérios eliminatórios comuns a todas as áreas que foram submetidas à avaliação foram os seguintes:

- respeito à legislação, às diretrizes e às normas oficiais relativas ao Ensino Médio;
- observância de princípios éticos necessários à construção da cidadania e ao convívio social republicano;
- coerência e adequação da abordagem teórico-metodológica assumida pela obra, no que diz respeito à proposta didático-pedagógica explicitada e aos objetivos visados;
- correção e atualização de conceitos, informações e procedimentos;
- observância das características e finalidades específicas do manual do professor e adequação da obra à linha pedagógica nela apresentada;
- adequação da estrutura editorial e do projeto gráfico aos objetivos didático-pedagógicos da obra.

Quanto aos aspectos inerentes à disciplina de Química especificamente destaca-se a articulação necessária entre três níveis de conhecimentos: o empírico, teórico e a linguagem necessária para a compreensão da Química. Segundo o edital do PNLD, os livros didáticos de Química deveriam focar especificamente o estudo de materiais, a dimensão energética envolvida nas suas transformações, bem como os modelos explicativos voltados para a dimensão microscópica da constituição da matéria. Como critérios específicos para o componente curricular de Química, as obras seguem os critérios:

- apresenta a Química como ciência que se preocupa com a dimensão ambiental dos problemas contemporâneos, levando em conta não somente situações e conceitos que envolvem as transformações da matéria e os artefatos tecnológicos em si, mas também os processos humanos subjacentes aos modos de produção do mundo do trabalho;
- rompe com a possibilidade de construção de discursos maniqueístas a respeito da Química, calcados em crenças de que essa ciência é permanentemente responsável pelas catástrofes ambientais, fenômenos de poluição, bem como pela artificialidade de produtos, principalmente aqueles relacionados à alimentação e remédios;
- traz uma visão de Ciência de Natureza Humana marcada pelo seu caráter provisório, ressaltando as limitações de cada modelo explicativo e apontando as necessidades de alterá-lo, por meio da exposição das diferentes possibilidades de aplicação e de pontos de vista;
- aborda, no rol dos conhecimentos e habilidades, noções e conceitos sobre propriedades das substâncias e dos materiais, sua caracterização, aspectos energéticos e dinâmicos bem como os modelos de constituição da matéria a eles relacionados;
- apresenta o pensamento químico como constituído por uma linguagem marcada por representações e símbolos especificamente significativos para essa ciência e mediados na relação pedagógica;
- não apresenta atividades didáticas que enfatizam exclusivamente aprendizagem mecânicas, com a mera memorização de fórmulas, nomes e regras, de forma descontextualizada;
- traz uma visão de experimentação que se afina com uma perspectiva investigativa, que leve os jovens a pensar a ciência como campo de construção de conhecimento permeado por teoria e observação, pensamento e linguagem. Nesse sentido, é plenamente necessário que a obra – em seu conteúdo – favoreça a apresentação de situações-problema que fomentem a compreensão dos fenômenos, bem como a construção de argumentações.

Após o processo de análise, um Guia de Livros Didáticos foi produzido, em que constavam as resenhas dos livros aprovados, bem como os critérios que nortearam a avaliação pedagógica das obras, sendo este encaminhado às escolas públicas do Ensino Médio para auxiliar aos professores no processo de escolha e adoção dos livros. Os livros didáticos recomendados pelo PNLD e analisados neste trabalho são sumarizados no Quadro 1 a seguir:

Quadro 1 – Livros Didáticos de Química Recomendados pelo PNLD que foram analisados

Código	Livro	Autores	Editora
LD 1	Química na Abordagem do Cotidiano	Eduardo Leite do Canto e Francisco Miragaia Peruzzo	Editores Moderna
LD 2	Química – Meio Ambiente – Cidadania – Tecnologia	Martha Reis	Editores FTD
LD 3	Química	Andréa Horta Machado e Eduardo Fleury Mortimer	Editores Scipione

Quadro 1 – Livros Didáticos de Química Recomendados pelo PNLD que foram analisados

Código	Livro	Autores	Editora
LD 4	Química para a nova geração – Química Cidadã	Eliane Nilvana Ferreira de Castro Gentil de Souza Silva Gerson de Souza Mól Roseli Takako Matsunaga Sálvia Barbosa Farias Sandra Maria de Oliveira Santos Siland Meiry França Dib Wildson Luiz Pereira dos Santos	Editora Nova Geração
LD 5	Ser Protagonista Química	Júlio Cesar Foschini Lisboa	Edições SM

Fonte: Quadro elaborado pelo autor, 2018.

Todas as obras recomendadas pelo PNLD são divididas em três volumes e mantêm uma estrutura semelhante na divisão de conteúdos: o primeiro volume direcionado à Química Geral/Inorgânica, o segundo referente aos conteúdos de Físico-Química e o último livro englobava os conteúdos de Química Orgânica. A avaliação foi realizada no segundo volume das coleções, pois este aborda os conteúdos de Físico-Química, no qual poderia ser encontrado ou não o conteúdo tema deste trabalho.

2.2 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DO CONTEÚDO ESPONTANEIDADE NOS LIVROS DIDÁTICOS

A avaliação foi desenvolvida a partir da leitura do capítulo referente ao conteúdo “Espontaneidade de um fenômeno”. Os critérios utilizados para avaliação dos livros didáticos foram a presença ou ausência do conteúdo “Espontaneidade de um Fenômeno” e se havia a correlação direta deste conteúdo com os tópicos Entropia e Energia de Gibbs. Caso a obra avaliada abordasse o conteúdo também era analisado se era feita a interligação destes tópicos com fenômenos do cotidiano dos alunos.

Considerou-se como parâmetro a energia de Gibbs como abordagem adequada para indicação da direção espontânea de um fenômeno natural, pois apesar da entropia ser a função termodinâmica que descreve um processo espontâneo (real), esta função é adequada apenas em sistemas isolados ou observando-se as propriedades das vizinhanças, enquanto a energia de Gibbs é a função termodinâmica que descreve um processo espontâneo examinando apenas as propriedades do sistema em estudo e obedece às condições mais comumente encontradas nos laboratórios, ou seja, temperatura e pressão constante.

O objetivo desta etapa foi verificar se estes livros abordam ou não o conteúdo espontaneidade de maneira adequada contextualizada como preconizam os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da análise dos cinco livros de Química recomendados pelo PNLD para o triênio 2012-2014, constatou-se que apenas um dos livros atualmente recomendados (LD3) foi considerado adequado na abordagem da temática espontaneidade. O livro aborda o conteúdo de entropia associando-o à espontaneidade de um fenômeno demonstrando através de exemplos cotidianos. Ele tem um diferencial em relação aos outros livros avaliados, pois menciona a energia de Gibbs, ou seja, explica que o sentido espontâneo de um fenômeno é determinado pela entropia e/ou energia de Gibbs (Quadro 2).

Quadro 2 – Existência do Tema Espontaneidade e correlação com $\Delta S/\Delta G$ nos Livros Didáticos do PNLD

Livro	Assunto	
	Entropia	Energia de Gibbs
LD 1	Não	Não
LD 2	Não	Não
LD 3	Sim	Sim
LD 4	Sim	Não
LD 5	Não	Não

Fonte: Quadro elaborado pelo autor, 2018.

O livro didático 4 também aborda o conteúdo de entropia relacionando-o à espontaneidade de um fenômeno, entretanto, não cita em que condições a entropia pode ser considerada como fator determinante para que um processo ocorra de forma espontânea e tampouco cita a energia de Gibbs como critério a ser analisado. A maioria dos livros didáticos não mencionam a Segunda Lei da Termodinâmica e sua relação com a espontaneidade de um processo.

Segundo Silva (2012), no atual Ensino Médio, a Termodinâmica Química fica reduzida a cálculos de calores de reação e manipulações de equações termoquímicas seguindo a lei de Hess, mesmo com as inúmeras orientações que os documentos legais trazem para o ensino de Química, o que é notado na abordagem de três dos cinco livros recomendados pelo PNLD, uma ênfase nos processos termoquímicos e uma abordagem falha e, por vezes, inexistente dos aspectos termodinâmicos das transformações.

3.1 LIVRO DIDÁTICO 1 (LD1)

O livro Química na Abordagem do Cotidiano (LD1) destina o Capítulo 6 ao estudo da “Termoquímica: o calor e os processos químicos”. O capítulo é composto de 40 páginas e se inicia com uma imagem referente ao café da manhã de uma família, em que é ressaltada a importância de se conhecer o conteúdo calórico dos alimentos para as boas práticas alimentares.

Ainda na primeira página, existe uma seção onde estão elencados conteúdos importantes durante o capítulo: processos endotérmicos e exotérmicos, unidades de energia relevantes, entalpia e variação de entalpia, conteúdo calórico de nutrientes, Lei de Hess, estado padrão, entalpia-padrão de combustão, entalpia-padrão de formação, energia de ligação e cálculos estequiométricos envolvendo energia liberada ou absorvida. Desde já ressaltamos que não há menção aos conteúdos entropia e energia de Gibbs como conteúdos importantes neste capítulo.

O primeiro tópico do capítulo refere-se ao calor e suas unidades, em seguida já são abordadas a liberação ou absorção de calor nos processos, conceituando processos exotérmicos e endotérmicos. É abordado o conceito de caloria, mencionando que existem aparelhos que determinam a quantidade de calor liberado ou absorvido em um processo, os calorímetros. Logo em seguida, é mencionada a relação entre as unidades caloria e Joule e entre Joule e quilojoule.

O segundo tópico do capítulo aborda a entalpia e sua variação. No tópico sobre entalpia e variação de entalpia são exemplificados os processos de variação de entalpia para uma mudança de fase, variação de entalpia em reações químicas (endotérmicas e exotérmicas) e as informações necessárias ao se representar uma equação termoquímica.

O tópico seguinte refere-se à Lei de Hess, é explanada a importância da Lei de Hess citando que ela permite que se trabalhe com equações termoquímicas como se fossem equações matemáticas e que ao somarmos equações, a variação de entalpia (ΔH) resultante seria igual ao ΔH das etapas somadas. O tópico de número quatro conceitua rapidamente o estado padrão de uma substância, seguido do tópico de entalpia-padrão de combustão e sua utilidade e do tópico de entalpia-padrão de formação.

O penúltimo tópico se refere à energia de ligação e o último deste capítulo faz menção aos aspectos estequiométricos da termoquímica referente ao tratamento matemático para cálculos de energia envolvidos nos processos quando determinada massa de substância é consumida ou produzida em uma reação química.

O capítulo possui muitos exercícios, em sua maioria questões de vestibular, contudo possui poucas ilustrações. Em relação aos conteúdos abordados, percebe-se nitidamente o tradicionalismo nos conteúdos. No final do capítulo é apresentado um mapa conceitual interligando os conceitos apresentados.

O capítulo cita apenas no seu início, com o exemplo das trocas de calor, um processo espontâneo, entretanto, não explica a razão dessa troca de calor

ocorrer de forma espontânea e tampouco faz menção aos conteúdos de entropia e energia de Gibbs. A visão microscópica é praticamente deixada à margem neste capítulo e também não são ressaltadas a visão e contexto histórico dos conceitos envolvidos.

Segundo Barros (2009) os estudantes nem sempre compreendem o significado da energia interna de um sistema e seus constituintes, ou ainda, o processo de ruptura ou formação de ligações químicas associadas à liberação ou absorção de energia de um ponto de vista microscópico.

Não se faz menção à Termodinâmica, e sim apenas à Termoquímica como um ramo da Química que estuda a energia liberada ou absorvida sob a forma de calor. Esta visão fragmentada pode causar dificuldades aos alunos, comprometendo assim a visão ampla da Ciência e a interdisciplinaridade.

3.2. LIVRO DIDÁTICO 2 (LD2)

O livro didático Química – Meio Ambiente – Cidadania – Tecnologia (LD2) é dividido em unidades temáticas e seus respectivos capítulos. A terceira unidade referente à Poluição térmica é composta de cinco capítulos, nos quais três deles foram analisados neste trabalho: a) Capítulo 10 – Reações exotérmicas e endotérmicas; b) Capítulo 11 – Entalpia-padrão e lei de Hess; c) Capítulo 12 – Cálculos de variação de entalpia. Os dois últimos capítulos da unidade temática são referentes ao conteúdo de Cinética Química. Os capítulos analisados totalizam quarenta páginas.

Os capítulos iniciam com textos breves em que a autora procura estabelecer uma ligação do conteúdo com o cotidiano do aluno. O capítulo 10 inicia-se com o tópico Conteúdo Calorífico, no qual é recapitulado o conceito de calor, é definido o conceito de caloria e são apresentadas as unidades de medida e suas respectivas transformações.

O tópico seguinte indaga como é determinado o valor calórico dos alimentos, este tópico possui uma interdisciplinaridade com a Biologia de forma explícita, são abordados os valores calóricos de carboidratos, proteínas e lipídeos, e ainda há a discussão sobre o metabolismo basal do ser humano.

O tópico seguinte ainda mantém a relação de proximidade com a Biologia ao trabalhar a temática que trata de onde vem a energia dos alimentos e a conversão da energia dos carboidratos pelo organismo. Em seguida, temos o tópico sobre o calor envolvido nas reações químicas, nos quais são desenvolvidos os conceitos de reações exotérmicas e endotérmicas. São utilizadas reações químicas, gráficos de energia, figuras que exemplificam reações que

absorvem ou liberam energia, além de uma contextualização com o efeito *smog* e a sua diferença para o efeito estufa.

Em seguida, são abordados os aspectos estequiométricos ligados às equações termoquímicas e as trocas de calor nas mudanças de estado de agregação. O capítulo se encerra com uma proposta de experimento envolvendo calor e trabalho, seguido de uma seção em que são abordadas algumas curiosidades e exercícios de vestibulares e Exame Nacional do Ensino Médio (Enem).

O capítulo onze aborda a entalpia-padrão e a lei de Hess, neste capítulo são desenvolvidos de forma individual a entalpia-padrão de combustão, e a entalpia-padrão de formação, para em seguida fazer a abordagem da lei de Hess. O capítulo é curto e se utiliza de forma prioritária de tabelas com valores de entalpia e exercícios para a fixação dos conteúdos. Novamente se percebe o tradicionalismo na abordagem destes conteúdos.

O capítulo doze trata dos cálculos de variação de entalpia, em que são abordados os cálculos de variação de entalpia a partir das entalpias de formação e em seguida é tratado o tópico energia de ligação. Novamente o tópico é limitado a tabelas e resoluções de exercícios.

O livro não cita as leis da Termodinâmica e tampouco os conteúdos de espontaneidade, entropia e energia de Gibbs, tratando de forma prioritária os aspectos ligados à poluição térmica, tema-chave da unidade. O livro possui muitos textos e ilustrações como forma de contextualização dos conteúdos. Um ponto positivo do livro em sua abordagem é a interligação dos conteúdos com a Biologia.

Entretanto, o livro praticamente não cita os aspectos históricos e do desenvolvimento de conceitos de Química e não se percebe também na abordagem do livro uma preocupação com a visualização microscópica dos fenômenos, o que pode contribuir para uma visão da Química como uma Ciência pronta e acabada, o que contradiz as orientações do MEC nos PCNEM.

No que se referem aos conhecimentos químicos, tanto o PCNEM (BRASIL, 2000) quanto o Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (OCNEM) (BRASIL, 2006) são enfáticos em afirmar que devem ser explicitados os aspectos dinâmicos e históricos da Química, para que o aluno perceba o caráter evolutivo dos conceitos com o avançar do tempo.

A grande carga de exercícios de vestibulares e questões do Enem sugere a preocupação com os exames de ingresso às instituições de Ensino Superior, ou seja, o ensino tradicional ainda é marcante em detrimento ao entendimento dos fenômenos cotidianos e à superação da visão distorcida da Química como vilã nos dias atuais.

3.3. LIVRO DIDÁTICO 3 (LD3)

O livro didático Química (LD3) destina o capítulo 2 intitulado: Termoquímica: energia nas mudanças de estado físico e nas transformações químicas, sendo este capítulo composto por 48 páginas. Já no índice do livro percebemos uma estratégia metodológica diferente por parte dos autores. O livro é dividido em textos, projetos e atividades.

Os textos apresentam temas de relevância à sociedade como: combustíveis e formas alternativas de energia. Dentro dos textos vão sendo encaixados e trabalhados não somente os conteúdos referentes ao assunto de Termoquímica bem como outros conteúdos de Química, na tentativa de manter uma visão unificada da Química. Os projetos e atividades que seguem os textos podem ser realizados em grupos ou de forma individual, e ainda serem atividades práticas. O que é notório principalmente nos projetos é o seu caráter investigativo e que incentiva as discussões entre os alunos como forma de estimular o aprendizado.

O primeiro texto aborda o tema combustível e formas de energia alternativas, aborda vários aspectos dos processos de conversão de energia e trabalho e calor e o processo inverso de conversão de calor em trabalho. Perpassando por aspectos históricos e sociais das transformações, vão inserindo os alunos no tema-chave do capítulo, a energia. Seguido do texto, propõe-se um projeto e uma atividade.

O texto seguinte aborda o tema temperatura e termômetros, o qual é introduzido o conceito da Lei Zero da Termodinâmica e equilíbrio térmico. O texto também aborda o processo de funcionamento dos termômetros e os aspectos de transferência de energia no processo. Uma visão histórica da evolução dos termômetros é desenvolvida ao longo do texto, que também é seguido de uma proposta de atividade prática, que tem como objetivo verificar a relação da temperatura com as sensações de quente e frio.

O texto número três tem como ponto-chave a distinção entre os conceitos de calor e temperatura na linguagem cotidiana e no contexto científico. Consideramos essa abordagem importante na condução do ensino, pois é necessário que o aluno de ensino médio tenha contato com a linguagem da Química e possa distinguir os significados científicos dos termos também empregados no cotidiano.

Neste texto, são definidos os conceitos de calor e temperatura de forma cientificamente adequada e é inserida a noção da quantidade de calor e de calor específico de um corpo. Fazendo também uma abordagem através do modelo cinético-molecular, faz-se uma definição de temperatura utilizando uma abor-

dagem microscópica do assunto. Ao final do texto, aborda-se a evolução do conceito de calor desde o calórico até o conceito atualmente aceito.

O texto quatro envolve a discussão do calor e energia envolvidos nas mudanças de estado físico e nas transformações químicas. Nesse texto, são abordadas as leis da termodinâmica. É interessante o modo como os autores relacionam a Termoquímica à Termodinâmica, e citam que esta última surgiu historicamente antes e englobava os estudos em relação ao calor.

São abordadas as três leis da termodinâmica neste texto, citadas como sumários sucintos das experiências de cientistas de como a energia se comporta no curso das transformações. Na discussão da Segunda Lei da Termodinâmica é tratada a entropia e a relação de assimetria dos processos que ocorrem na natureza. O texto seguinte envolve a discussão dos processos endotérmicos e exotérmicos. Neste texto, vemos a utilização de diagramas com o sentido do fluxo de calor como forma de indicar se um processo é endotérmico ou exotérmico.

O texto de número seis aborda a energia contida em um sistema fazendo a correlação com a sua energia interna. Nesse texto, os conceitos de energia interna e a expressão matemática da conversão da energia interna em calor ou trabalho são discutidos, além de sua relação direta com o enunciado da Primeira Lei da Termodinâmica. Em seguida, é apresentado o conceito de entalpia, no qual é ressaltado que a variação de entalpia de um sistema deve ser medida quando o sistema sofre uma mudança à pressão constante. Assim como para a energia interna, também é apresentada a expressão matemática correspondente para a entalpia. Em seguida, os autores citam que tanto a energia interna quanto a entalpia são funções de estado e explicam o significado de uma função de estado.

O texto seguinte é bastante relacionado às outras disciplinas no caso Biologia e Geografia, e aqui se percebe a interdisciplinaridade dos conteúdos como forma de integrar o estudo. O texto aborda a energia solar, atmosfera, hidrosfera e o clima da Terra. Esse texto aborda de onde provém a energia utilizada pelo planeta, como as plantas conseguem armazenar energia através da fotossíntese, e a relação de transferência de energia térmica dos trópicos para as regiões mais frias da Terra através das correntes marítimas. Dentro dessa discussão são introduzidos os conceitos de capacidade calorífica, calor específico e o papel das forças intermoleculares no ciclo biogeoquímico da água.

O texto oito trata dos aspectos referentes às equações termoquímicas, falando da variação de entalpia em uma reação química e os detalhes importantes para escrever uma equação termoquímica de forma adequada. Aqui também são tratados conteúdos como, estado padrão de uma substância, a Lei de

Hess como uma consequência do fato que a entalpia é uma função de estado, e a energia de ligação.

O texto nove vem falar dos processos espontâneos, cita a entropia e a energia livre. O texto aborda as limitações da Primeira Lei da Termodinâmica para a indicação de um processo espontâneo, citando que a Segunda Lei da Termodinâmica e uma propriedade chamada entropia irão definir por que alguns processos ocorrem de forma espontânea e outros não.

O texto apresenta exemplos de fenômenos cotidianos que ocorrem espontaneamente e os relaciona à propriedade termodinâmica entropia, definida inicialmente como uma medida de desordem do sistema. Citando que um processo espontâneo ocorre quando ele contribui para o aumento da entropia do universo. Os autores relacionam a entropia a probabilidades de um sistema alcançar o maior número possível de distribuições termodinamicamente equivalentes.

A definição de Clausius para entropia é apresentada, e nesse momento, os autores ressaltam certa confusão que existe quando um aluno escuta ou lê em um noticiário que estamos vivenciando uma crise energética, entretanto o aluno aprende que a energia do universo é constante segundo a Primeira Lei da Termodinâmica. Novamente aqui se percebe a preocupação dos autores em transformar percepções cotidianas em conceitos cientificamente adequados, o que podemos caracterizar como o processo de alfabetização científica.

Por fim, os autores citam a função termodinâmica energia livre de Gibbs (G) como uma função útil para se antever a espontaneidade de um processo. É citado que para um processo que ocorre a temperatura e pressão constante, a variação de energia livre torna-se um critério para a definição da espontaneidade.

O último texto do capítulo relaciona os aspectos termodinâmicos aos aspectos cinéticos ao abordar que um determinado processo pode ser termodinamicamente favorável, entretanto, não possuir uma velocidade observável. O capítulo é finalizado com exercícios de vestibular e Enem.

O LD3 foi considerado adequado na abordagem dos conteúdos de espontaneidade, pois define a entropia como a função responsável ao se determinar a espontaneidade de um processo, entretanto, diferentemente dos outros livros analisados também cita a função energia livre e sua utilidade em processos que ocorrem à temperatura e pressão constante.

Além disso, o livro possui uma estrutura diferente em relação aos outros, os textos e atividades são utilizados para o desenvolvimento dos conteúdos do capítulo. Outros pontos foram considerados como positivos deste livro, tais

como: a interdisciplinaridade e a contextualização, além da evolução histórica de conceitos e da Química como Ciência e uma abordagem microscópica em diversos momentos do livro.

3.4 LIVRO DIDÁTICO 4 (LD4)

O livro didático Química Cidadã (LD4) é subdividido em unidades e o capítulo 4 da segunda unidade é intitulado Termoquímica sendo composto por 44 páginas. Logo no índice é destacado dentro do capítulo um tópico sobre a espontaneidade das transformações, dando ênfase à função termodinâmica entropia.

O capítulo se inicia com um longo texto sobre energia e ambiente, trazendo uma discussão sobre o papel da energia e suas transformações na sociedade moderna. Um ponto interessante acerca deste texto é que este se relaciona com o cotidiano e ao mesmo tempo introduz certos conceitos interessantes para o aluno, como por exemplo, combustão completa e incompleta, octanagem do combustível, os gases poluentes da combustão e as relações entre desempenho dos carros e consumo de combustível. Esta abordagem é interessante, pois desde o primeiro momento do capítulo o aluno tende a associar os conteúdos que serão introduzidos às suas vivências cotidianas.

Após o texto introdutório, o capítulo faz uma menção sobre a Termodinâmica como um ramo da Física que estuda as relações das transformações com a transferência de calor e cita que a Termodinâmica atualmente estuda os processos físicos relacionados à energia. É feita menção também às leis que permitem a previsão do comportamento de determinados sistemas materiais, e menciona uma área da Termodinâmica que se dedica ao estudo das transformações químicas como termoquímica.

Esse modo de apresentação de ramos da Ciência que trabalha de forma interligada é incentivado pelas orientações do OCNEM e PCNEM, pois trata a Ciência como uma estrutura unificada e não fragmentada, o que pode auxiliar o aluno no processo de ensino-aprendizagem das disciplinas como um todo.

A referência sobre a utilização do fogo como fonte de aquecimento e iluminação é o mote inicial para uma discussão sobre o equilíbrio térmico e o princípio zero da Termodinâmica através de situações cotidianas. Os autores logo em seguida conceituam sistema, vizinhança e fronteira. São também conceituados e exemplificados os tipos de sistemas (isolado, fechado e aberto) para que enfim se cheguem às definições científicas de calor.

É interessante ressaltar que, durante a discussão do termo calor, os autores enfatizam que o significado da palavra calor, e sensações de quente e frio

possuem diferentes significados no nosso dia a dia e na Ciência e que a linguagem empregada deve ser precisa e seus significados devem estar claros para os alunos. Logo em seguida, são introduzidas as unidades de medida para energia e suas correlações matemáticas.

No trabalho realizado por Solbes e Tarín (1998), os autores afirmam que as ideias prévias dos alunos sobre conceitos como energia e calor são levadas em conta por poucos livros didáticos, em todos os níveis de ensino. Sendo assim, é necessário que os livros didáticos possam sanar eventuais equívocos conceituais dos alunos, ou seja, fazer com que conceitos que possuam um determinado significado no cotidiano do aluno, sejam compreendidos também de forma científica.

O segundo tópico é referente à calorimetria, nele é citado que o aparelho denominado calorímetro é capaz de medir a quantidade de calor liberada em uma reação de combustão através da variação de temperatura do processo. Em seguida, é proposto um experimento para a construção e demonstração do funcionamento de um calorímetro. Os autores mencionam que o objetivo do experimento é à construção de um calorímetro e a posterior comparação da quantidade de calor necessária para aquecer diferentes objetos.

A Primeira Lei da Termodinâmica é relacionada ao processo de conversão de energia em diferentes formas e conceituada como “a energia interna de um sistema isolado é constante”, podendo também ser chamada de Princípio da Conservação da Energia. Em seguida, é abordado o conceito de capacidade calorífica (C) de um material. Os autores associam a capacidade de transferir calor dos materiais à sua condutividade térmica, exemplificando que os metais são bons condutores térmicos e materiais como madeira, isopor não são bons condutores de calor.

O terceiro tópico é referente às transformações de energia. O estudo se inicia com uma discussão sobre as necessidades energéticas da sociedade nas suas variadas formas e a conversão da energia de uma forma para outra, enfatizando a conversão do calor em trabalho. Os autores falam da etimologia da palavra energia, conceituando energia como sendo a mola propulsora de uma transformação ou movimento de um sistema, o que enfatiza as relações entre energia, trabalho e calor.

O tópico possui um texto sobre a conversão de trabalho e calor relacionados ao Primeiro Princípio da Termodinâmica, utilizando definições da Física para trabalho. Há um destaque para a conversão de calor em trabalho como o princípio de funcionamento das máquinas a vapor.

A partir desse ponto, uma abordagem histórica sobre o processo de desenvolvimento das máquinas a vapor é realizada, é citado que o trabalho de Car-

not e de outros cientistas que possibilitaram o desenvolvimento dos princípios e leis da Termodinâmica.

O tópico seguinte é relacionado ao calor de reação ou entalpia, no qual novamente um pequeno texto introdutório é utilizado. Na sequência, é citada a tendência universal dos corpos alcançarem os estados de menor energia potencial e acrescenta-se que esse princípio também é válido para as reações químicas. Somente após esta explanação inicial é que os conceitos de reações endotérmicas e exotérmicas são apresentados.

Diagramas de energia são utilizados para a demonstração das reações endotérmicas e exotérmicas nos processos, os autores indicam o sentido do fluxo de energia. Nos processos endotérmicos, o sistema recebe energia das vizinhanças e nos processos exotérmicos o sistema libera energia para a vizinhança, fazendo também a convenção matemática para os processos citados.

A entalpia é definida como uma propriedade que é determinada a partir dos estados inicial e final, e novamente, o calorímetro é utilizado como demonstração de onde o conceito de entalpia é encaixado de forma aplicada para os alunos. O conceito de estado de um sistema como sendo o conjunto de propriedades e variáveis de estado como sendo as propriedades que definem um sistema.

Todos estes conceitos são explanados para a compreensão das informações necessárias para a representação adequada de uma equação termoquímica e das condições padrão de uma reação. Em seguida, são explanados os conceitos de entalpia de formação e entalpia de ligação, através do uso de tabelas e exemplos de reações.

A lei de Hess é o conteúdo de um tópico sendo enfatizado que a variação de entalpia de um processo depende apenas do estado inicial e do estado final. O último tópico do capítulo descreve a espontaneidade dos processos: entropia. É feita uma referência ao Primeiro Princípio da Termodinâmica e que energia é liberada ou absorvida em um processo.

Utilizando como exemplo o processo de troca de calor entre dois corpos a temperaturas diferentes e a impossibilidade de dois corpos em equilíbrio térmico estabelecerem espontaneamente uma diferença de temperatura é exemplificado que alguns processos ocorrem naturalmente em um sentido e não ocorrem no sentido contrário, conceituando que os processos que não retornam ao estado inicial são denominados processos irreversíveis.

Os autores indagam que o processo inverso do equilíbrio térmico não iria contrariar a Primeira Lei da Termodinâmica, pois a energia seria conservada. E citam que a Segunda Lei da Termodinâmica é a que justifica a espontaneidade

dos fenômenos. A Segunda Lei da Termodinâmica é apresentada segundo a definição de Clausius: “é impossível haver transferência espontânea de calor de um objeto frio para outro mais quente”.

Em seguida o conceito de variação da desordem de um sistema e a sua relação com a espontaneidade dos processos físicos é introduzido. Enfim, é citada a grandeza denominada entropia (S) e definida como a medida da desordem do sistema.

São fixados os limites para a conversão de calor em trabalho com a seguinte afirmação “uma mudança espontânea é acompanhada por um aumento da entropia total do sistema e das suas vizinhanças”. O capítulo se encerra com uma lista de exercícios e uma revisão sobre os conceitos estudados no capítulo.

O livro remete a cada seção, através de textos, a questões referentes à utilização e aplicação dos conceitos, ou seja, a abordagem é contextualizada, sendo perceptível também a interdisciplinaridade com a Física neste capítulo, no momento em que é citada a Termoquímica com um ramo da Termodinâmica, assim o ensino das Ciências como um todo se torna menos fragmentado.

Ressalta-se a preocupação dos autores com o contexto histórico e a evolução dos conteúdos apresentados, entretanto, deixa-se um pouco a desejar a abordagem microscópica dos fenômenos apresentados, sendo esta substituída pela preocupação acerca dos impactos causados pelo uso indevido das matrizes energéticas atuais. A linguagem utilizada neste livro é um ponto positivo, sendo introduzidos os termos científicos adequados para o estudo da Termodinâmica, como sistema, vizinhança e fronteira.

No trabalho de Warthá e Faljoni-Alário (2006) sobre os livros didáticos de Química, os autores afirmam que apenas 19% dos termos referentes à contextualização apresentados nos livros didáticos são referentes à tradução das ideias do senso comum para um conhecimento químico. Isso pode contribuir para que os alunos mantenham concepções inadequadas de termos científicos, como calor ou fenômeno espontâneo.

É citado no texto, o Princípio Zero, a Primeira e Segunda Lei da Termodinâmica. O conteúdo entropia é abordado de forma conceitual e relacionado diretamente ao Segundo Princípio da Termodinâmica e ao aumento da desordem de um sistema, contudo não foram apresentadas as condições nas quais a entropia pode ser considerada como fator decisivo para a determinação dos processos espontâneos, somente foi citado que em um processo espontâneo, há um aumento na entropia do sistema e na entropia da vizinhança.

Através do que são recomendados no OCNEM no qual o aluno deve conhecer os processos do ponto de vista microscópico bem como do ponto de vista energético, acreditamos que uma abordagem microscópica do aumento de entropia nos processos espontâneos bem como a introdução do conteúdo energia de Gibbs como critério de espontaneidade seria um facilitador a mais para a compreensão dos alunos acerca da direção espontânea dos processos cotidianos.

3.5. LIVRO DIDÁTICO 5 (LD5)

O livro didático, Química – Ser Protagonista (LD5) é dividido em unidades temáticas e a segunda unidade é referida ao conteúdo Termoquímica. A unidade é composta de 24 páginas, iniciando com a fotografia de uma indústria de biodiesel e suscitando perguntas para reflexão acerca da necessidade do uso de energia em suas mais diferentes funções, das vantagens de combustíveis fósseis e a utilização de outras fontes como as biomassas.

O primeiro tópico do capítulo versa sobre os estados físicos e entalpia, cita o ciclo da água como exemplo das mudanças de estados físicos e da energia transferida nesses processos. Em seguida é feita uma correlação entre a formação e a ruptura de ligações químicas com a energia envolvida nesse processo, e conceitua reações endotérmicas e exotérmicas. Um diagrama de energia é utilizado para a visualização de reações endotérmicas e exotérmicas. São apresentadas as unidades de medida da quantidade de calor e com ela o conceito de calor específico.

O segundo tópico trata de entalpia e variação de entalpia, iniciando com um exemplo da ebulição da água e uma visão molecular do processo, com o aumento de entalpia. Em seguida, é associada a um processo exotérmico uma variação de entalpia negativa e a um processo endotérmico uma variação de entalpia positiva.

É abordado também a variação de entalpia nas mudanças de estado físico da matéria e a variação de entalpia em reações endotérmicas e exotérmicas, entretanto, a explanação é muito sucinta e são utilizados com maior frequência gráficos de energia para a ilustração destes processos.

O terceiro tópico discorre sobre a entalpia padrão e equações químicas. Em seguida, os conceitos de entalpia de formação, entalpia de combustão e energia de ligação são apresentados, bem como a representação adequada de uma equação termoquímica. Neste ponto, são apresentadas diversas tabelas com valores de entalpias e equações termoquímicas para fixação dos conteúdos pelos alunos.

O último tópico do capítulo refere-se à Lei de Hess, no tópico, explica que caso não seja possível realizar medições para a determinação da entalpia de reação, pode-se utilizar um conjunto de equações termoquímicas adequados que, quando rearranjadas podem nos dizer o valor da entalpia daquela reação de interesse. E conceitua que o processo de adição de entalpias de reação é conhecido com lei de Hess. O capítulo se encerra com uma proposta de experimento “Decomposição da água oxigenada” que tem como objetivo investigar o calor envolvido na reação de decomposição da água oxigenada e um esquema resumindo os conteúdos trabalhados no capítulo.

O livro didático se utiliza prioritariamente de exercícios resolvidos e atividades logo após cada tópico para a fixação dos conteúdos. São apresentados em quadros explicativos alguns fatos históricos acerca do conteúdo trabalhado em uma seção denominada “Química tem História”. Entretanto, não há uma ênfase na abordagem microscópica dos fenômenos apresentados. Ainda são encontrados exercícios de vestibular e do Enem que podemos refletir como sendo uma preocupação demasiada com os conteúdos em detrimento do entendimento da Ciência como um todo.

O livro apresenta de forma muito resumida os conceitos referentes ao estudo em questão, utilizando constantemente, gráficos e tabelas, os quais são apresentados com informações demasiadas que pouco acrescentam ao entendimento dos fenômenos e conseqüentemente, dão uma visão mais ampla da Química. Novamente a Termoquímica é dissociada à Termodinâmica, ou seja, a fragmentação dos conteúdos é mantida e não há a interdependência neste caso da Química com a Física.

Os conteúdos de entropia e energia de Gibbs não são citados em nenhum momento no texto do capítulo, bem como os processos espontâneos e irreversíveis.

No Ensino Médio os aspectos relacionados à conservação e transferência da energia são mais abordados comparando aos aspectos termodinâmicos dos processos espontâneos (SOLBES; TARÍN, 1998). Todavia a dispersão da energia recebe pouca atenção, mesmo estando presente nos planos e orientações de ensino (ZAMORANO; MOROS; GIBBS, 2011).

A partir dos estudos de Almeida (2003) em Portugal, Solbes e Tarín (1998) e Zamorano, Moros e Gibbs (2011) na América Latina, que visualizaram diferentes realidades, podemos observar que no que se refere ao Ensino Médio brasileiro, o panorama não é diferente. Os aspectos termodinâmicos não são enfatizados apesar de existirem diferentes orientações recomendando a abordagem destes conteúdos.

Campanario (2001) afirma que para muitos professores a escolha do livro didático também se caracteriza em uma escolha curricular e esta assume uma grande importância, pois este recurso exerce um poderoso efeito sobre o ensino e sua abordagem e, conseqüentemente, na aprendizagem dos alunos.

A escolha dos livros didáticos é um processo de suma importância, pois, em muitos casos, este é o único recurso utilizado pelo professor para orientá-lo em sua prática docente (MAIA et al., 2011). Echeverría et al (2008) destacam que a partir do ano de 2008 a escolha do livro didático deixa de ser um jogo entre as editoras e passa a ser um processo rígido com critérios bem definidos estabelecidos pelo PNLD.

Entretanto, a realidade ainda está distante do que seria esperado, o trabalho de Lima e Silva (2010) mostrou que 10% dos professores da rede pública de Minas Gerais escolhem o livro didático pelo autor, e que apenas 2% dos professores entrevistados recorrem às orientações oficiais para definir o livro a ser adotado. A contextualização também é uma característica sempre ressaltada pelos professores no momento da escolha do livro didático.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através das análises realizadas nos livros didáticos atualmente recomendados pelo Programa Nacional do Livro Didático, apenas um dos cinco livros (LD3) foi considerado adequado na abordagem dos processos espontâneos e relacionando-os às funções termodinâmicas entropia e energia de Gibbs, pois este relacionava a espontaneidade dos processos a entropia e mais especificamente a energia de Gibbs.

Os livros didáticos de Química em sua maioria não abordam as Leis da Termodinâmica e os aspectos referentes à espontaneidade dos processos químicos e físicos, sendo contrários às normas apresentadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) (BRASIL, 2002), e na OCNEM (2006).

Pode se perceber que há nos livros didáticos uma ênfase na descrição dos processos termoquímicos com a utilização de diagramas e tabelas com valores de entalpia, não sendo delegada a mesma ênfase aos aspectos termodinâmicos envolvidos. Consideramos a inclusão da Termodinâmica nos livros didáticos importante, pois esta é uma das áreas da Química com vasta aplicação cotidiana. A sua inclusão nos livros de Química pode ainda, facilitar o entendimento de outros conteúdos como Equilíbrio Químico, Cinética Química e Eletroquímica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, D.M. **Segunda Lei da Termodinâmica Recursos Digitais e Ensino de Química**. 2003, 194f. Dissertação (Mestrado em Química para o Ensino) – Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Porto, 2003.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2009.

BARROS, H. L. C. Processos Exotérmicos e Endotérmicos: uma visão atômico-molecular. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v.34, n. 4, p. 241-245, 2009.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Brasília: MEC; Semtec, 2000.

_____. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) - Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Brasília: MEC; Semtec, 2002.

_____. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio – Ciências da Natureza, matemática e suas tecnologias**. v. 2. Brasília: MEC; Semtec, 2006.

CAMPANARIO, J.M. Qué puede hacer un profesor como tu o um alumno como el tuyo con un libro de texto como éste? Una relación de actividades poco convencionales. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 19, n. 3, p. 351-364, 2001.

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

ECHEVERRÍA, A. R.; MELLO, I. C.; GAUCHE, R. O Programa Nacional do Livro Didático de Química no contexto da educação brasileira. In: ROSA, M. I. P.; ROSSI, A. V. (Org.). **Educação Química no Brasil: memórias, políticas e tendências**. Campinas: Átomo, 2008. p. 63-83.

LE MARECHAL, J.F; BILANI R., Teaching and Learning Chemical Thermodynamics in School, **International Journal of Thermodynamics**, Istanbul, v. 11, n. 2, p. 91-99, jun. 2008.

Lima, M. E. C. C.; Silva, P. S. Critérios que professores de Química apontam como orientadores da escolha do livro didático. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 12. n. 02. p. 121-136, mai./ago. 2010.

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

MAIA, J. O. et al. O Livro Didático de Química nas Concepções de Professores do Ensino Médio da Região Sul da Bahia, **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 33 n. 2, p. 115-124, 2011.

SILVA, D. A. M. **Análise dos conteúdos termodinâmicos em livros de Química e Física do Ensino Médio**. 2012. 116f. Dissertação (Mestrado em Química) – Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

SOLBES, J.; TARÍN, F. Algunas Dificultades en torno a la Conservación de la Energía, **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 16, n. 3, p. 387-397, 1998.

WARTHÁ, E. J.; FALJONI-ALÁRIO, A. A contextualização no Ensino de Química através do Livro Didático. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 22. p. 42-47, nov. 2005.

ZAMORANO, R. O.; MORO, L. E.; GIBBS, H. M. Aproximación Didáctica a la Termodinámica con modelos y literatura de Ciencia Ficción, **Ciência & Educação**, Bauru, v. 17, n. 2, p. 401-419, 2011.

UMA PROPOSTA DE AVALIAÇÃO DIFERENCIADA A PARTIR DE UMA UEPS PARA O ENSINO DE FÍSICA NO COMPONENTE CURRICULAR DE CIÊNCIAS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Jordano Nunes Machado¹

Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA – Brasil
jordanonm@hotmail.com

Pedro Fernando Teixeira Dorneles²

Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA – Brasil
pedrodorneles@unipampa.edu.br

¹Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade da Região da Campanha - Urcamp. Especialista em Práticas Educativas em Ciências da Natureza e Matemática e em Gestão Escolar com Ênfase em Supervisão Pedagógica. Mestre em Ensino de Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências - UNIPAMPA, cursado como bolsista do Programa Observatório da Educação - Obeduc. Tem trabalhado em atividades educacionais com enfoque didático e em metodologias adequadas para prática docente na educação básica, além de projetos voltados a aplicação das Tecnologias da Informação e Comunicação - TICs em sala de aula como: criação de ambientes virtuais de aprendizagem, programação e robótica educacional. Atualmente trabalha na Rede Estadual de Ensino pela Escola Estadual de Ensino Fundamental Félix Conteras Rodrigues como Coordenador Pedagógico (Ensino Regular - anos iniciais e finais do Ensino Fundamental) e regente de classe na disciplina de Ciências - Área de Ciências da Natureza.

² Professor Adjunto III da Universidade Federal do Pampa. Professor do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa. Doutor em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Física - área de concentração Ensino de Física - da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Possui graduação em Licenciatura Plena em Física pela Universidade Federal de Pelotas (2003) e mestrado em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2005). Tem experiência na área de ensino de Física atuando principalmente nos seguintes temas: teorias de aprendizagem, atividades computacionais, atividades experimentais, concepções alternativas, ensino de física, divulgação científica, iniciação à docência e formação continuada de professores.

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo a aplicação de avaliação diferenciada a partir de uma UEPS, no qual o assunto base foi o estudo da Cinemática Escalar para o ensino de Física no 9º ano. Para tanto, criou-se um plano de estudos a ser desenvolvido durante uma viagem realizada até a cidade de Porto Alegre. Neste plano, os alunos deveriam observar aspectos importantes da Cinemática como deslocamento, velocidade média, aceleração e tempo. Por fim, observou-se que os alunos realizaram as relações corretas entre os conceitos da Cinemática durante a avaliação desenvolvida.

Palavras-chave: Avaliação. Cinemática. Física. UEPS.

ABSTRACT: The present study had as objective the application of a differentiated evaluation from a PMTU, where the base subject was the study of the Kinematic Scalar for the teaching of Physics in the 9th year. For this purpose a study plan was created to be developed during a trip to the city of Porto Alegre. In this plan students should observe important aspects of kinematics such as displacement, mean velocity, acceleration and time. Finally, it was observed that the students realized the correct relations between the concepts of Kinematics during the developed evaluation.

Keywords: Evaluation. Kinematic. PMTU. Physics.

1 INTRODUÇÃO

Tradicionalmente é no 9º ano do Ensino Fundamental que os estudantes da Educação Básica têm seu primeiro contato com o ensino formal dos conteúdos de Física. Porém, essa iniciação ao ensino de física, em muitos casos, é realizada de forma descontextualizada e baseada na simples aplicação de fórmulas para a resolução de problemas quantitativos. Partindo dessa realidade, foi desenvolvida uma dissertação de Mestrado (MACHADO, 2016) com o objetivo de tornar a introdução à Física algo significativo e motivador para os alunos.

O estudo proposto envolveu a prática da programação em blocos e a robótica durante o ensino dos conceitos de deslocamento, distância percorrida, tempo, velocidade e aceleração. Dessa forma, foi proposta, implementada e avaliada uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), conforme preconiza Moreira (2011), sobre a introdução de conceitos básicos da Cinemática, nas aulas de Ciências do 9º ano do Ensino Fundamental.

De acordo com Ausubel (2003) a ocorrência do aprendizado de novos significados na estrutura cognitiva do aprendiz, a partir da interação com os conhecimentos prévios, configura em uma aprendizagem significativa, teoria de aprendizado utilizada para fundamentar o desenvolvimento e a aplicação desse trabalho. Alguns aspectos são de fundamental importância para a ocorrência desse tipo de aprendizagem, como a necessidade das informações e significados obtidos pelo contato com os materiais potencialmente significativos se ancorar de forma não-arbitrária e não-literal a estrutura cognitiva do educando.

Ronca (1994) argumenta que essa teoria se relaciona diretamente aos ensinamentos e noções que os alunos trazem em sua estrutura cognitiva e que os professores devem estar atentos, sejam sobre os conceitos ou as formas como eles se organizam. Vale ressaltar que essas informações se organizam cognitivamente de forma hierárquica, sendo aqueles pontos de maior relevância para os alunos se sobrepondo aos demais.

Nesta perspectiva, a aprendizagem significativa é um processo cognitivo no qual o conceito de mediação está plenamente presente, pois para que haja aprendizagem significativa é necessário que se estabeleça uma relação entre o conteúdo que vai ser aprendido e aquilo que o aluno já sabe, seja uma imagem, um conceito ou uma proposição (RONCA, 1994, p. 92).

No texto de Moreira (2012) exaltam-se grandes informações acerca da teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Moreira (2012) destaca algumas importantes passagens de Ausubel sobre o desenvolvimento das es-

truturas cognitivas do aluno, enfatizando que o aprendiz deve dar significado a um novo conhecimento a partir do seu próprio conhecimento prévio dentro do aspecto abordado.

Moreira (1997) apresenta a aprendizagem significativa como sendo o meio através do qual uma nova informação interage com a estrutura cognitiva do indivíduo de maneira não-arbitrária (novas informações se relacionam com aspectos relevantes da estrutura cognitiva do indivíduo, chamado subsunçores) e não-litera (a essência do novo conhecimento é assimilado pelo indivíduo).

Para a ocorrência da aprendizagem significativa alguns fatores são de extrema relevância. É imprescindível que os alunos possuam conhecimentos prévios para a ancoragem dos novos conceitos (AUSUBEL, 2003), pois é com esses conteúdos relevantes que as novas informações adquiridas irão se relacionar. Esses subsunçores podem ser averiguados através de material explicativo previamente disponibilizado aos aprendizes, quando a metodologia adotada for a de aprendizagem significativa por recepção ou então buscar desenvolver sozinho relações entre os temas, criando ou reconhecendo leis importantes, configurando assim uma aprendizagem significativa por descoberta. Cabe aqui nesse espaço salientar que Ausubel (2003) traçou um paralelo para explicitar as diferenças entre aprendizagem por recepção e aprendizagem por descoberta. Na aprendizagem por recepção, o aluno atua apenas como mero depositário de informações e essas chegam até sua estrutura cognitiva como conceitos acabados e que ele poderá utilizar num dado momento. Na aprendizagem por descoberta os conceitos não são dados aos alunos, esses são estimulados a descobrir os significados antes de interiorizá-los.

Por conseguinte, a primeira fase da aprendizagem pela descoberta envolve um processo bastante diferente do da aprendizagem por recepção. O aprendiz deve organizar uma determinada quantidade de informações, integrá-las na estrutura cognitiva existente e reorganizar ou transformar a combinação integrada, de forma a criar um produto final desejado ou a descobrir uma relação meios–fim ausente. Depois de esta fase estar completa, interioriza-se o conteúdo descoberto, tal como na aprendizagem por recepção (AUSUBEL, 2003, p. 49).

A respeito dos subsunçores, eles aparecem dentro da teoria da aprendizagem significativa, como aquele conhecimento já construído na estrutura cognitiva, um conhecimento específico (MOREIRA, 2012) que servirá de base para a ancoragem do novo conhecimento. Os subsunçores são fundamentais para a atribuição de significados pela sua interação e relevância frente ao novo conhecimento. Moreira (2012) ainda ressalta a existência e possibilidade de uso de organizadores prévios, recursos como simulações, perguntas, textos

bases, entre outros, que se apresentam em um nível de abstração maior que os subsunçores. Esses recursos tendem a ser usados quando o aluno não dispõe de um subsunçor adequado que lhe permita atribuir significado aos conhecimentos novos.

Por outro lado, a necessidade de um material potencialmente significativo torna-se fundamental para que ocorra a interação entre o conhecimento prévio e os novos conhecimentos. As TICs constituem-se como uma alternativa para essa interação, visto que, promovem a criação de um elo maior entre o aluno e os conteúdos e conceitos, estabelecendo uma plataforma amigável e interativa. Dessa forma, a aquisição de novos conhecimentos pelo aluno relacionando-se diretamente com aos conhecimentos prévios já ancorados em sua estrutura cognitiva, o que poderá configurar um processo de aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003).

Moreira (2012) enumera como fundamental (baseado em David Ausubel) a necessidade de utilização de um material potencialmente significativo e a predisposição do aluno quanto à ancoragem das informações. Sobre os materiais potencialmente significativos, esses devem ter significado lógico, ou seja, ligar-se de maneira não-literal e não-arbitrária à estrutura cognitiva do aluno. O autor ainda ressalta que um material e/ou meio pode ser apenas potencialmente significativo e não significativo por completo, tudo isso porque o significado quem dá é o aluno, ele não emerge do material. Em relação à segunda condição, Moreira (2012) ressalta ser difícil de satisfazê-la, pois, necessita da vontade do aprendiz, de sua disposição na busca por adquirir novos conhecimentos e não exatamente de sua motivação.

A nossa conclusão de que os novos significados são produtos interativos de um processo de aprendizagem significativa, no qual novas ideias se relacionam e interagem com ideias relevantes da estrutura cognitiva existente, dá, por vezes, origem a uma carga de circularidade ou coloca um problema do tipo 'ovo ou galinha'. Se os novos significados apenas podem surgir através da interação de novas ideias com os significados existentes na estrutura cognitiva, então como se apreenderam os significados originais antes de existir qualquer estrutura cognitiva? (AUSUBEL 2003, p. 76).

Se faz referência também à maneira que os alunos irão desenvolver esses conceitos. Moreira (1997), cita dois momentos em que os processos de assimilação dos conceitos passam por princípios programáticos: A diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. O mesmo autor esclarece que, durante a diferenciação progressiva, os conceitos considerados como gerais são diferenciados em termos menores. Ausubel exalta, segundo Moreira (1997),

que é mais fácil o indivíduo assimilar um tema em sua abrangência geral (todo) do que chegar a ele através de suas partes (subtemas). Entretanto, como o ensino se torna hierárquico a aquisição do conhecimento se torna mais significativa se for desenvolvida através da diferenciação progressiva. Ainda, segundo Moreira (1997), o processo de reconciliação integrativa seria o momento em que as ideias adquiridas são retomadas, buscando elucidar similaridades e discrepâncias que fundamentem uma relação entre os subtemas analisados.

A diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor (um conceito ou uma proposição, por exemplo) resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significado a novos conhecimentos. [...] A reconciliação integradora, ou integrativa, é um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações (MOREIRA, 2012, p. 6).

Para a aplicação do trabalho foi desenvolvida uma UEPS. Essa sequência didática se baseia nos preceitos de Moreira (2011) quando o autor externa suas concepções acerca dos pontos necessários para a ocorrência da aprendizagem significativa. A UEPS vem a ser uma opção de criação de objetos potencialmente significativos (BAYER; NUNES; MANASSI, 2015) compostos de uma boa estruturação lógica e de significância para os alunos. Essa alternativa objetiva desenvolver uma aprendizagem significativa, superando uma aprendizagem mecânica.

Alguns passos foram elaborados (MOREIRA, 2011) com a intenção de elucidar mais detalhadamente as condições necessárias para a criação e implementação de uma UEPS:

- Os conhecimentos prévios dos alunos são necessários para a ancoragem dos novos conceitos;
- A integração de sentimentos e pensamentos são aspectos necessários para a aprendizagem significativa;
- O aluno deve se apresentar de maneira não-arbitrária aos conhecimentos, ou seja, querer aprender;
- Organizadores prévios podem auxiliar o estabelecimento de relações entre os novos conhecimentos e os subsunçores;
- Aplicação de situações-problema, propostas em nível crescente de complexidade;
- O uso dos princípios de diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa nos temas estudados;
- Aprendizagem significativa crítica, não mecânica, visa à interação entre aluno, objeto do ensino e professor.

Hilger e Griebeler (2013) salientam aspectos importantes quanto à avaliação da UEPS. Para as autoras, essa avaliação deve ser realizada durante a apli-

cação da UEPS, levando em conta o desempenho dos alunos e também o andamento da proposta. Tudo que representar evidência de aprendizado significativo deve constituir-se em dados a partir de anotações e outras formas de registros (gravações, filmagens, etc). A UEPS só poderá ser considerada exitosa se, ao longo e após a implementação da proposta, os alunos apresentarem evidências de aprendizado significativo.

Ausubel (2003) apresenta a preferência por métodos diferenciados de avaliação que visem estimular o aluno a aplicar os conhecimentos assimilados de maneira não-litera, ao contrário das metodologias mais tradicionais. Um simples questionamento a respeito de conceitos e/ou exames pode levar o aluno à memorização e o desenvolvimento de uma aprendizagem mecânica.

Sendo assim, foi proposta uma viagem de estudos da cidade de Bagé até o Museu da Pontifícia Universidade Católica - PUC, em Porto Alegre/RS, com o propósito de avaliar a aprendizagem dos alunos a partir de atividades desenvolvidas no laboratório de Ciências, nas quais os alunos programaram, através do *software Scratch for Arduino (S4A)*, carrinhos do Kit Atto Box (Figura 1). No laboratório os estudantes programaram os carrinhos para percorrerem trajetórias pré-definidas com velocidades distintas; estimaram o tempo para certos trajetos e verificaram suas previsões com os carrinhos em movimento; realizaram desafios, tais como alterar velocidades em pontos predefinidos e encontrar velocidades para um determinado trajeto ser completado em um tempo também predefinido. Concluídas tais atividades, distribuídas em três módulos presentes na UEPS desenvolvida por Machado (2016), se desenvolveu a atividade de avaliação, foco do presente trabalho, na qual os alunos foram desafiados a analisar dados de uma situação real e que estava sendo vivenciada por eles naquele momento, a partir de conhecimentos prévios adquiridos em situações de laboratório.

Figura 1 - Atividade no laboratório



Fonte: Acervo dos autores, 2018.

Como ponto de partida na análise, pode-se observar que os grupos G2, G3 e G4 apresentaram dificuldades na conversão de medidas de tempo com unidades de horas (h) para hora relógio (h:min), isto é, transformar 2,5h em 2:30 (2h30min). Ao dividir o total do percurso, que nesse caso é 207 km e que representa a distância percorrida, pela velocidade escalar média (V_m) estimada em 80 km/h, obtiveram o resultado de aproximadamente 2,5 horas. Logo os alunos dos três grupos entenderam ser esse valor duas horas e cinquenta minutos. Sendo assim, foi explicado que na conversão de horas para minutos 1 h corresponde a 60 minutos e que 0,5, então, corresponderia a meia hora. Dessa forma, duas horas e meia agregadas ao horário de partida de Bagé (06:25) a finalização do primeiro trajeto deveria ocorrer, aproximadamente, às 08:55. Esse horário foi corretamente assinalado pelos grupos G1 e G5. Já os grupos G6, G7 e G8 apresentaram tempos fora do que se estimava inicialmente (duas horas e meia), por isso se supõe que a divergência entre esses tempos também pode estar ligada a erros na conversão dos valores antes mencionada. O horário real de finalização do trajeto foi às 08:40. O G7, inclusive, marcou o horário real de chegada de forma equivocada, em 08h38min. Sobre isso supõe-se que o erro ocorreu pela ansiedade dos alunos em assinalar logo o horário correto e completar o exercício ou por simples desatenção. Por outro lado, os oito grupos acertaram ao criar a hipótese de que se a chegada ocorreu antes do previsto, isso se deu pelo fato de a velocidade escalar média do ônibus ter sido um pouco acima dos 80 km/h. Todos os grupos, exceto o G7, dessa vez já entendendo um pouco melhor o processo de conversão de valores, realizaram os cálculos adequadamente e chegaram a um valor comum para a velocidade média desenvolvida nesse trajeto que foi de 92 km/h.

O segundo trajeto (Trajeto 2) compreendeu um percurso de 47 km. O horário de partida foi registrado como 09:17 e adotando a velocidade escalar média de 92 km/h os alunos deveriam estimar o horário de chegada ao restaurante como 09:48. A maioria dos grupos acertou os cálculos e apontou o horário de chegada corretamente.

Nesse trajeto, os alunos já estavam dominando um pouco melhor a conversão nas unidades de tempo e também conheciam a real velocidade média escalar que vinha sendo desenvolvida ao longo do percurso que era de 92 km/h. Sendo assim, não apresentaram maiores dificuldades em resolver os cálculos e a previsão de finalização do segundo trajeto foi estimada por todos os grupos, exceto o G1, em 09:48. Com relação ao G1, esses apontaram como horário de chegada às 09:47 e essa divergência se supõe que esteja ligada ao arredondamento de valores antes de realizarem a conversão para horas/minutos. O horário real de chegada foi 09:48 como previsto pela maioria dos grupos.

O terceiro trajeto (Trajeto 3) compreendeu um percurso de 118 km. O horário de partida foi registrado como 09:57 e adotando a velocidade média de 92 km/h os alunos deveriam estimar o horário de chegada como 11:17. Nesse caso, houve uma divergência com relação à maioria dos horários sobre o horário previsto de chegada. O G1 foi o único grupo que previu corretamente, utilizando como base a velocidade média escalar de 92 km/h, o horário de chegada previsto em 11:17. G2 e G3 previram a chegada em 11:16. Sobre esses grupos, acredita-se que o pequeno erro ocorreu devido ao arredondamento de valores antes da conversão para hora:minuto. Já G4, G5, G6 e G7 previram a chegada a ponte do Rio Guaíba em 11:13, e por fim, o G8 apontou 11:30 como o provável horário de chegada. Sobre esses grupos, supõe-se que devem ter ocorrido erros de cálculos. Após análise das previsões, o horário real de chegada foi apresentado como 11:27. Os grupos acertadamente, logo deduziram que, se o tempo real de chegada foi maior que o previsto, isso se deu em função da velocidade média escalar ter sido menor do que a estimada anteriormente. G2, G3 e G8 ainda complementaram que isso se deu pelo intenso tráfego de veículos nesse trajeto. G1, G2, G3, G5 e G7, apontaram a velocidade média escalar no trajeto como 79 km/h, G2 e G4 apontaram a velocidade em 78,6 Km/h, G6 e G8 encontraram 78 km/h. Por fim, observa-se que os cálculos referentes à velocidade média escalar real do trecho estiveram corretos, apenas diferindo quanto ao arredondamento de valores.

Todos os grupos apresentaram dificuldades quanto à conversão de medidas de tempo, como minutos para hora e vice-versa. Os professores que estavam encarregados da viagem realizaram uma explicação breve que acabou por sanar algumas dúvidas que os alunos tinham a respeito disso. Sobre a motivação, se considerou que todos os grupos se apresentaram motivados na realização da atividade, empenhados quanto à análise dos dados e sempre procurando levantar o máximo possível de informações corretas para realização dos cálculos solicitados. No que se refere ao aspecto significância, durante os três trajetos, os grupos realizaram medições tentando estimar o horário de finalização do trajeto e a velocidade escalar média desenvolvida em cada um deles. Foi possível observar que a maioria dos grupos estimou de maneira correta os horários de finalização dos trajetos após os professores explicarem melhor as técnicas de conversão horas-minutos. A velocidade escalar média foi o que variou em alguns momentos dos trajetos, porém, os alunos de maneira correta logo observaram que se estava havendo diferença entre seus cálculos e o horário real de finalização desses percursos era porque estava acontecendo essa variação de velocidade. Nota-se que os grupos conseguiram realizar as relações esperadas entre os conceitos de Cinemática durante a aplicação da atividade de avaliação.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ausubel (2003) ressalta, dentro de sua teoria, a importância de utilizar formas diferenciadas de avaliação. Para tanto, se criou uma avaliação na qual os grupos deveriam aplicar o que haviam aprendido em um trajeto real. Essa atividade de avaliação constou de uma viagem de estudos ao Museu da PUC em Porto Alegre. Entretanto, a ideia central não era a visitação e sim o deslocamento até a cidade de Porto Alegre. Foi dado aos grupos um guia de viagem contendo o mapa com o percurso dividido em três trajetos. O primeiro trajeto abrangia o deslocamento do pórtico da entrada de Bagé até o Restaurante Papagaio em Cachoeira do Sul, o segundo trajeto era do Restaurante Papagaio até a rodoviária de Pântano Grande e o terceiro trajeto foi da rodoviária de Pântano Grande até a Ponte do Rio Guaíba, na entrada de Porto Alegre. Junto a esse guia vieram dados referentes à distância de cada trajeto e foram acrescentados os horários de saída de cada um destes. A partir daí os grupos deveriam calcular velocidade escalar média e estimar o horário de finalização de cada percurso. Os resultados obtidos com a aplicação dos guias de estudo em cada módulo e o guia de avaliação final tiveram um enfoque baseado em dois princípios: motivação e significância. Nos guias de estudos de cada módulo a motivação foi analisada quanto às questões base respondidas pelos alunos e a significância a partir das demais atividades previstas. Quanto à motivação, foi possível observar que seis dos oito grupos estiveram motivados durante a realização dos guias, um esteve parcialmente motivado e um se apresentou desmotivado. Em relação à significância, cinco grupos apresentaram resultados com Significância em suas atividades, eventualmente aparecendo alguma atividade com Significância Parcial. Um grupo apresentou rendimento intermediário com suas atividades na maioria apresentando Significância Parcial e outro grupo apresentou a maioria das atividades Sem Significância. Esse grupo que obteve baixo rendimento sobre a significância das atividades foi o mesmo que se apresentou desmotivado durante a aplicação do trabalho.

No que diz respeito ao guia de avaliação final, foi possível observar que: Todos os grupos apresentaram dificuldades quanto à conversão de medidas de tempo, como minutos para hora e vice-versa. Os professores que estavam encarregados da viagem realizaram uma explicação breve que acabou por sanar algumas dúvidas que os alunos tinham a respeito disso. Sobre a motivação, se considerou que todos os grupos se apresentaram motivados na realização da atividade, empenhados quanto à análise dos dados e sempre procurando levantar o máximo possível de informações corretas para realização dos cálculos solicitados. No que se refere ao aspecto significância, durante os três trajetos, os grupos realizaram medições tentando estimar o horário de finalização do trajeto e a velocidade escalar média desenvolvida em cada um deles. Foi possível observar que a maioria dos grupos estimou de maneira correta os horários de finalização dos trajetos após os professores explicarem melhor as

técnicas de conversão horas-minutos. A velocidade escalar média foi o que variou em alguns momentos dos trajetos, porém, os alunos, de maneira correta, logo observaram que se estava havendo diferença entre seus cálculos e o horário real de finalização desses percursos era porque estava acontecendo essa variação de velocidade. Nota-se que os grupos conseguiram realizar as relações esperadas entre os conceitos de Cinemática durante a aplicação da atividade de avaliação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção do conhecimento**: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.

BAYER, A.; NUNES, C. S.; MANASSI, N. P. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para o Ensino de Estatística na Educação Básica. In: Conferência Interamericana de Educação Matemática, 14., 2015, Chiapas. **Anais [...]** Chiapas: CIAEM, 2015.

HILGER, T. R.; GRIEBELER, A. Uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativo utilizando mapas conceituais. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 199-213, 2013.

MACHADO, J. N. **Programação e Robótica no Ensino Fundamental**: Aplicação no estudo de Cinemática a partir de uma UEPS. 2016. 48f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) - Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2016.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. In: Encontro Internacional sobre el aprendizaje significativo, 1997, Burgos. **Anais [...]** Burgos: Universidad de Burgos, 1997. p. 17-45.

_____. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas – UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011.

_____. **Teorias de aprendizagem**. 2. ed. São Paulo: EPU, 2012.

RONCA, A. C. C. Teorias de ensino: a contribuição de David Ausubel. **Temas em Psicologia**, Ribeirão Preto, v. 2, n. 3, p. 91-95, dez. 1994. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/tp/v2n3/v2n3a09.pdf>. Acesso em: 28 out. 2018.

SOBRE PENSAMENTO COMPUTACIONAL NA CONSTRUÇÃO DE UM TRIÂNGULO DE SIERPINSKI COM O GEOGEBRA

Lara Martins Barbosa¹

Universidade Estadual Paulista – Unesp – Brasil.
lara-barbosa@hotmail.com

Ricardo Scucuglia Rodrigues da Silva²

Universidade Estadual Paulista – Unesp – Brasil.
ricardo.scucuglia@unesp.br

¹ Mestranda do Programa de Pós-graduação em Educação Matemática da Universidade Estadual Paulista (Unesp) – Campus de Rio Claro.

² Doutor em Educação e Professor do Departamento de Educação da Universidade Estadual Paulista (Unesp) – Campus de São José do Rio Preto.

RESUMO: As ideias apresentadas neste texto têm como cenário uma pesquisa em Educação Matemática cujo objetivo é investigar como estudantes de graduação em matemática exploram Geometria Fractal utilizando o software GeoGebra. Especificamente, são explorados aspectos concernentes ao Pensamento Computacional, os quais foram qualitativamente analisados em termos habilidades a partir da realização de sessões de experimento de ensino com uma dupla de estudantes. No presente caso, a construção dinâmica do Triângulo de Sierpinski e de um *GIF* que apresenta três iterações do fractal, a partir de uma atividade proposta, revelou as seguintes habilidades no processo de exploração dos estudantes: coleta, análise e representação de dados, abstração, criação de algoritmo e automatização, decomposição do problema, simulação e paralelização. Tais habilidades foram significativas para que estudantes compreendessem um algoritmo criado referente à construção que haviam realizado.

Palavras-chave: Fractais. GeoGebra. Pensamento Computacional.

ABSTRACT: The ideas presented in this text are based on a research in Mathematics Education, which aims to investigate how undergraduate students in mathematics explore Fractal Geometry using GeoGebra software. Specifically, aspects concerning Computational Thinking are explored, which were qualitatively analyzed in terms of skills from the development of teaching experiment sessions with a pair of students. In the present case, the dynamic construction of the Sierpinski Triangle and a *GIF* that presents three fractal iterations, from a proposed activity, revealed the following skills through students' exploration: data collection, analysis and representation, abstraction, algorithm creation and automation, decomposition of the problem, simulation and parallelization. These skills were relevant for students' understanding about a algorithm related to the construction they developed.

Keywords: Fractals. GeoGebra. Computational Thinking.

1 INTRODUÇÃO

O crescente interesse atual pela Geometria Fractal em vários campos da ciência, assim como a importância teórica da mesma, por ser uma linha não euclidiana de pensamento, mostra a necessidade de difundir os conceitos básicos desta Geometria entre estudantes do Ensino Superior (BARBOSA, 2005). Além da dimensão estética das figuras que a Geometria Fractal estuda e sua proximidade com objetos e fenômenos da natureza, pode-se afirmar que esta teoria constitui, atualmente, uma interessante alternativa de atuação em Educação Matemática (SINCLAIR et. al., 2016). Na Geometria Fractal, a interação com o computador é de suma importância, tendo em vista que muitos fractais são gerados a partir de funções iterativas ou por uma relação de recorrência (RABAY, 2013).

Considerando a atual fase das tecnologias digitais educacionais, o software GeoGebra pode ser considerado um dos maiores sucessos da Educação Matemática (BORBA; SCUCUGLIA; GADANIDIS, 2014), sendo, inclusive, uma mídia relevante no ensino e aprendizagem de fractais (FARIA, 2012). Para Valente (2016), os computadores e softwares frequentemente têm sido utilizados nas escolas apenas como “ferramentas de escritório”, ou seja, usualmente, tem-se concebido o aluno meramente como um “usuário de máquinas”. Esse panorama tem intensificado um movimento de reflexão sobre como a tecnologia pode ser utilizada de modo que o aluno passe de usuário para alguém que pense, explore, construa e produza com computadores. Papert (1983), ao discutir questões sobre o software LOGO e a ideia de “construcionismo”, por exemplo, argumenta que alunos, ao buscarem aprender matemática com computadores utilizando programação, devem fomentar contextos nos quais se possa “pensar sobre o pensamento (matemático)”.

Neste artigo buscamos discutir aspectos referentes a habilidades do Pensamento Computacional (PC) em um cenário de construção de um fractal com o software GeoGebra. A atividade proposta e explorada neste estudo tem como origem uma pesquisa cujo objetivo é investigar aspectos do PC emergentes em um contexto no qual duplas de estudantes de graduação em Matemática investigam Geometria Fractal com o software GeoGebra. A pesquisa em questão é de cunho qualitativo, visto que nossa preocupação consiste no aprofundamento da compreensão de um grupo particular de alunos (BICUDO, 1993). Pretendemos, neste artigo, apresentar discussões evidenciadas acerca de habilidades do PC durante a realização de uma das atividades propostas a uma das duplas de alunos graduação participantes ao abordar a construção de um Triângulo de Sierpinski utilizando o GeoGebra.

2 PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Wing (2006) apresentou o termo “Computational Thinking” traduzido como “Pensamento Computacional (PC)” que se baseia no poder e nos limites de processos de computação, quer eles sejam executados por um ser humano ou por uma máquina. De acordo com Wing (2008), o PC está relacionado a diversos tipos de pensamentos, pois

[PC] é um tipo de pensamento analítico. Compartilha com o pensamento matemático, de maneira geral, meios pelos quais podemos abordar a solução de um problema. Ele compartilha com o pensamento em engenharia as maneiras gerais pelas quais podemos abordar um projeto e a avaliação de um sistema grande e complexo que opera dentro das restrições do mundo real. Compartilha com o pensamento científico as maneiras gerais pelas quais podemos abordar a compreensão da computabilidade, da inteligência, da mente e do comportamento humano (WING, 2008, p. 3717, tradução nossa).

Após o surgimento do termo, pesquisadores buscam compreender como a computação pode ser utilizada para possibilitar o desenvolvimento desse tipo de pensamento nos estudantes. Para Mannila et al (2014, p. 2, tradução nossa) PC “é um termo que abrange um conjunto de conceitos e processos de pensamento da ciência da computação que ajudam na formulação de problemas e suas soluções em diferentes campos”. Na mesma direção Lu e Fletcher (2009) apresentam algumas ideias relacionadas ao PC:

1) é uma maneira de resolver problemas e projetar sistemas que se baseiam em conceitos fundamentais para a ciência da computação; 2) significa criar e fazer uso de diferentes níveis de abstração, para entender e resolver problemas de forma mais eficaz; 3) significa pensar algoritmicamente e com a capacidade de aplicar conceitos matemáticos para desenvolver soluções mais eficientes, justas e seguras; 4) significa entender as consequências da escala, não só por razões de eficiência, mas também por razões econômicas e sociais (LU; FLETCHER, 2009, p. 1, tradução nossa).

Apesar dessas compreensões acerca do PC, não há entre os pesquisadores da área uma definição consensual. Ainda assim, eles têm caminhado em direção a entender a especificidade desse pensamento e como este pode ser incorporado no currículo das escolas. Ainda que muito tímida, a literatura sobre o PC mostra que assim como a leitura ou escrita, suas habilidades são fundamentais para todo ser humano, seja ele da área de computação ou não. Sua inserção na escola ainda requer muitos esforços como a formação de professores para desenvolver uma prática em sua disciplina ou de modo interdisciplinar que caminhe nessa direção.

¹CT is a term encompassing a set of concepts and thought processes from CS that aid in formulating problems and their solutions in different fields.

Valente (2016) discute que uma tentativa de identificar conceitos e operacionalizar o PC foi realizada por duas organizações, a *International Society for Technology in Education* (ISTE) e a *American Computer Science Teachers Association* (CSTA). Tais organizações alegam que o PC inclui, mas não se limita, a características de formulação de problemas; organização e análise de dados; representação de dados; automação de soluções; identificação, análise e implementação de soluções; e a generalização do processo de resolução. (ISTE/CSTA, 2011). Trabalhando junto com pesquisadores da Ciência da Computação e das áreas de Humanas, elas apresentaram uma definição para o PC que pudesse nortear as atividades realizadas na Educação Básica, identificando nove conceitos: coleta de dados, análise de dados, representação de dados, decomposição de problema, abstração, algoritmos e procedimentos, automação, simulação e paralelização.

Segundo ISTE/CSTA (2011, p. 8-9) esses conceitos podem ser descritos como:

- **Coleta de Dados:** “Processo de coleta de informações apropriadas”;
- **Análise de Dados:** “Encontrar sentido para os dados, buscando padrões e tirando conclusões”;
- **Representação de Dados:** “Retratar e organizar dados em gráficos, palavras ou imagens apropriadas”;
- **Decomposição do Problema:** “Dividir o problema em partes menores e gerenciáveis”;
- **Abstração:** “Reduzir a complexidade para definir a ideia principal”;
- **Algoritmos e Procedimentos:** “Série de etapas ordenadas tomadas para resolver um problema ou atingir algum objetivo”;
- **Automação:** “Utilizar computadores ou máquinas que realizam tarefas repetitivas ou tediosas”;
- **Simulação:** “Representar ou modelar um processo. A simulação também envolve a execução de experimentos usando modelos”;
- **Paralelização:** “Organizar recursos para executar simultaneamente tarefas para alcançar um objetivo comum”.

Considerando esses mesmos aspectos do PC, Barr e Stephenson (2011) descrevem exemplos de como tais conceitos podem ser incorporados em disciplinas no campo da Ciência da Computação, Matemática, Ciências Naturais, Sociologia e Artes. O Quadro 1 apresenta aspectos que podem ser caracterizados no currículo de Matemática e de Ciência da Computação.

Quadro 1 - Caracterizando os Conceitos/Habilidades na Matemática e na Ciência da Computação

Habilidade	Situação Matemática	Situação Computacional
Coleta de Dados	Encontrar uma fonte de dados para um determinado problema, por exemplo, lançando moedas ou jogando dados.	Encontrar uma fonte de dados para um determinado problema.
Análise de Dados	Contar as ocorrências dos lançamentos de moedas e analisar os resultados. (Estatística).	Criar um programa para fazer cálculos estatísticos básicos a partir de um conjunto de dados.
Representação de Dados	Utilizar histogramas; gráfico de pizza; gráfico de barras para representar os dados. Utilizar conjuntos, listas, gráficos, etc. para representar os dados coletados.	Utilizar estruturas de dados como matriz, lista vinculada, vetores, gráfico, tabelas, etc.
Decomposição do Problema	Aplicar corretamente a ordem de operações em uma expressão.	Definir objetos e métodos; definir funções.
Abstração	Utilizar variáveis em álgebra; interpretar e identificar fatos essenciais em um problema; estudar funções em álgebra e comparar com funções em programação. Utilizar a iteração para resolver problemas.	Utilizar procedimentos para unir um conjunto de comandos frequentemente repetidos que executam uma função; usar condicionais, loops, recursão, etc.
Algoritmos e Procedimentos	Realizar operações de divisão, fatoração, adição ou subtração.	Estudar algoritmos clássicos; implementar um algoritmo para um determinado problema.
Automação	Utilizar ferramentas computacionais como The Geometer's Sketchpad, StarLogo e bloco de códigos utilizando o Python.	Envolve a mecanização das soluções (ou de suas partes), permitindo que máquinas nos ajudem a solucionar os problemas (RIBEIRO; FOSS; CAVALEIRO, 2017, p. 7).
Simulação	Representar graficamente uma função em um plano cartesiano e modificar os valores das variáveis.	Animação de algoritmo, varredura de parâmetro.
Paralelização	Resolver sistemas lineares e multiplicação de matrizes.	Utilizar Thread ² , pipelining ³ , dividindo dados ou tarefas de maneira a serem processados em paralelo.

Fonte: Quadro elaborado pelo autor, 2018.

² Programas que trabalham como um subsistema.

³ Segmentação de instruções.

A investigação conduzida nesta pesquisa consiste fundamentalmente em identificar e discutir indícios acerca da presença dessas nove habilidades na exploração da atividade proposta durante uma das sessões do experimento de ensino com uma das duplas participantes. Especificamente, discutiremos aspectos referentes a exploração da primeira atividade proposta e explorada pela dupla de estudantes de graduação em matemática. Antes, consideramos pertinente apresentar alguns esclarecimentos do ponto de vista metodológico.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA QUALITATIVA

Como afirmam Bogdan e Biklen (1994, p. 209), os estudos de natureza qualitativa “devem revelar maior preocupação pelo processo e significado e não pelas suas causas e efeitos”. Levando-se em consideração tal perspectiva, destacamos que o objetivo da presente pesquisa está centrado em identificar e analisar habilidades do PC que emergiram durante a exploração de atividades que propõe a construção de fractais utilizando o software GeoGebra, conduzido por alunos de graduação em Matemática. Ao todo foram elaboradas e exploradas 4 atividades matemáticas, aos quais foram exploradas por 3 duplas de estudantes de graduação em Matemática. Cada atividade foi investigada cada dupla em uma sessão de aproximadamente 2 horas de duração. Portanto, nesta pesquisa, foram realizadas 12 sessões de experimentos de ensino, totalizando 24 horas de registros em vídeos.

Por uma opção metodológica (MARSHAL, 1996), neste artigo, discutimos apenas registros referentes a segunda parte da primeira atividade com uma das duplas participantes da pesquisa. Os alunos, aqui referidos como Blenda e Gabriel, exploraram a atividade sob a mediação de um dos autores desse artigo, a qual atuou como professora-pesquisadora. O principal objetivo da primeira atividade elaborada foi a construção do Triângulo de Sierpinski utilizando o software Geogebra. Dessa maneira, conseguimos discutir algumas respostas satisfatórias para a pergunta diretriz desta pesquisa: Que habilidades em termos de PC emergem quando alunos de graduação em Matemática exploram Geometria Fractal com o software GeoGebra?

Durante o estudo, os principais procedimentos para produção de dados foram a realização e registros audiovisuais das sessões de experimento de ensino, anotações dos pesquisadores (diário de campo) e registro escrito dos estudantes em suas “folhas de atividades”. Nesse cenário,

Um experimento de ensino envolve uma sequência de sessões de ensino (...). Uma sessão de ensino inclui um agente de ensino, um ou mais alunos, uma testemunha das sessões de ensino e um método de gravação do que acontece durante a sessão. Esses registros, se disponíveis, podem ser usados na preparação de sessões subsequentes, bem como na reali-

zação de uma análise conceitual retrospectiva do experimento de ensino. Estes elementos são pertinentes para todos os experimentos de ensino (Steffe; Thompson, 2000, p. 273, tradução nossa).

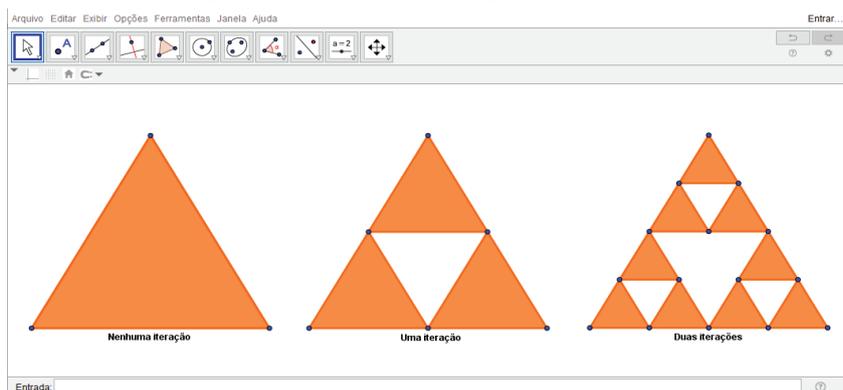
Especificamente com relação aos registros audiovisuais durante os experimentos, destaca-se que as sessões foram filmadas e as telas dos computadores foram captadas com o software *FlashBack* (gravador de desktop). Tais registros foram analisados com base no modelo analítico proposto por Powell, Francisco e Maher (2004).

Os participantes desta pesquisa foram seis discentes da disciplina de Geometria da graduação em Matemática da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus Rio Claro, os quais trabalharam em duplas durante as sessões de experimentos de ensino. Essa disciplina foi ofertada no segundo semestre do curso em 2017. Os estudantes foram separados em três duplas e realizaram as atividades em momentos distintos, de modo a proporcionar um melhor acompanhamento dos mesmos. Ao final da atividade, foram realizadas algumas perguntas com intuito de saber o porquê da escolha de um determinado método para a construção proposta. Cada uma das três duplas participou de quatro sessões de ensino de aproximadamente duas horas cada. Vale ressaltar que neste artigo optamos em analisar apenas os eventos referentes a uma dupla em uma das sessões.

A atividade elaborada e explorada neste estudo, intitulada *Atividade 1 - Triângulo de Sierpinski*, objetivou compreender a definição e propriedades do fractal criado pelo matemático polonês Waclaw Sierpinski. O *design* dessa atividade foi elaborado de modo que os alunos pudessem responder perguntas que os ajudariam no entendimento das características do fractal e a partir disso realizassem sua construção com o software GeoGebra. Vale salientar que os estudantes já tinham um conhecimento prévio do uso do GeoGebra e já haviam participado de uma aula/oficina cujo tema foi Geometria Fractal e a construção da Árvore Pitagórica, ministrado por autores deste artigo, para todos os alunos da disciplina de Geometria do curso de Matemática da Unesp, campus Rio Claro.

A primeira parte da atividade consistia em responder as seguintes perguntas (Quadro 1) a partir de uma construção (Figura 1) apresentada no GeoGebra:

Figura 1 – Iterações do Triângulo de Sierpinski



Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Quadro 1 - Primeira parte da Atividade 1: Triângulo de Sierpinski

1. Complete a tabela abaixo considerando apenas os triângulos laranjas em suas respostas.

Número de Iterações	Quantidade de triângulos	Comprimento* do lado	Perímetro de cada triângulo	Perímetro Total
0				
1				
2				

*Use a ferramenta  para auxiliar sua medição

2. Qual a quantidade de triângulos (laranjas) que terá na quarta iteração? Qual será o comprimento de seu lado? E o perímetro total da figura? Justifique.
3. Encontre o termo geral que permite calcular a quantidade de triângulos (laranjas) para a enésima iteração do Triângulo de Sierpinski.
4. Encontre o termo geral que permite calcular o comprimento do lado dos triângulos (laranjas) para a enésima iteração do Triângulo de Sierpinski.
5. Encontre o termo geral que permite calcular o perímetro de cada triângulo (laranja) para a enésima iteração do Triângulo de Sierpinski.
6. Encontre o termo geral que permite calcular o perímetro total para a enésima iteração do Triângulo de Sierpinski. Esse perímetro tende a qual valor? Justifique.
7. Complete a tabela abaixo considerando apenas os triângulos laranjas em suas respostas.

Número de Iterações	Quantidade de triângulos	Área* de cada triângulo	Área Total
0			
1			
2			

*Use a ferramenta  para auxiliar sua medição

8. Encontre o termo geral que permite calcular a área de cada triângulo (laranja) para a enésima iteração do Triângulo de Sierpinski.
9. Encontre o termo geral que permite calcular a área total para a enésima iteração do Triângulo de Sierpinski. Essa área tende a qual valor?
10. Já vimos que uma definição de Dimensão é dada pela Dimensão de Capacidade, calculada da seguinte forma:

$$D = - \lim_{\epsilon \rightarrow 0} \frac{\ln N(\epsilon)}{\ln \epsilon}$$

Fonte: Quadro elaborado pelos autores, 2018.

Sendo $N(\epsilon)$ o número de figuras na n ésima iteração e ϵ o fator de redução do lado da figura na n ésima etapa. Calcule a dimensão do Triângulo de Sierpinski. Use o GeoGebra para o cálculo e comente o resultado.

Já a segunda parte da atividade solicitava aos alunos que construíssem o fractal, elaborassem um GIF⁴ e respondessem duas perguntas referentes a construção.

Quadro 2 - Segunda parte da Atividade 1

Agora é com vocês!

Utilize as ferramentas do GeoGebra e construa o Triângulo de Sierpinski com o máximo de iterações que conseguir. Faça um GIF da construção.

1. Quais conceitos matemáticos foram importantes na obtenção do fractal? Justifique.
2. Quais conceitos matemáticos podem ser explorados durante a construção do fractal? Justifique.

Fonte: Quadro elaborado pelos autores, 2018.

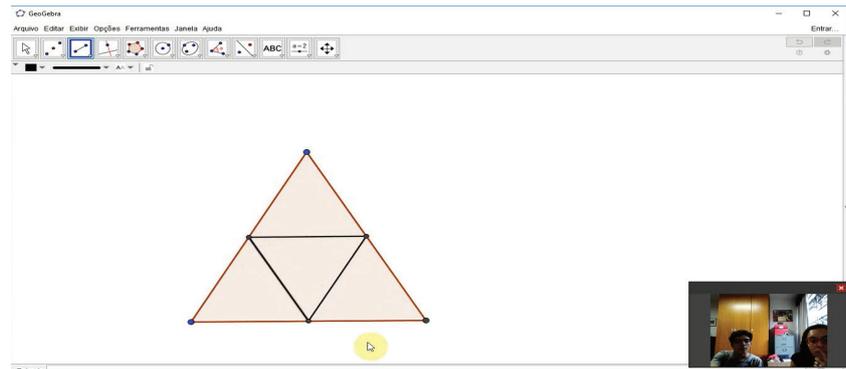
Na próxima seção apresentamos discussões que surgiram durante a construção do fractal na sessão de experimento de ensino conduzida pela dupla Blenda e Gabriel, de modo a identificar habilidades do PC e compreender aspectos que os caracterizam nesse cenário.

4 ANÁLISE DE DADOS

Primeiramente, consideramos importante destacar que os alunos estavam “livres” para utilizar/criar qualquer ferramenta no software, ou seja, a dupla poderia utilizar outros recursos além daqueles sugeridos direta ou indiretamente no enunciado da atividade proposta. Assim, inicialmente, Blenda e Gabriel iniciaram sua construção a partir de um triângulo equilátero utilizando a ferramenta *polígono regular*, posteriormente construíram o ponto médio de cada segmento utilizando a ferramenta *ponto médio ou centro* e então traçaram os segmentos que uniram os três pontos. A figura 2 apresenta a construção inicial da dupla.

⁴ A sigla GIF significa Graphics Interchange Format (Formato de Mudança de Gráficos) é “[...] um formato de arquivo de imagens digitais, que podem ser utilizadas com várias cenas em um único arquivo” (MOTTA-ROTH et al., 2000, p. 39) fazendo com que as imagens se movimentem, em um tipo de animação.

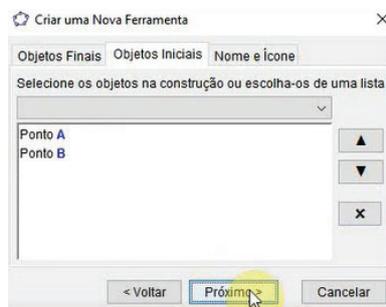
Figura 2 – Construção inicial, Blenda e Gabriel



Fonte: Acervo dos autores, 2018.

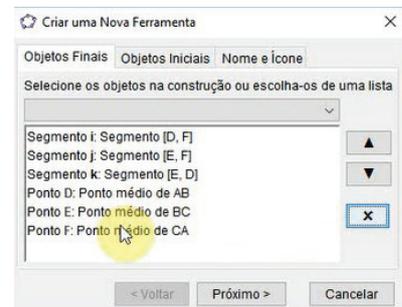
A dupla não apresentou dificuldades em iniciar a construção, acreditamos que isso se deva pelo fato de já conhecer o software e ter compreendido como se dá a construção do fractal, o que faz emergir três conceitos/habilidades do PC, coleta, análise e representação de dados. A partir dessa construção criaram uma “Nova Ferramenta” no software, com o objetivo de replicar toda a construção já realizada, de modo iterativo e rápido, abstraindo o problema, criando um algoritmo e automatizando a construção, outras três habilidades presentes no PC. Para facilitar a escolha dos objetos da ferramenta, Gabriel solicitou a exibição dos rótulos. A dupla refletiu por um tempo quais seriam os Objetos Finais e Objetos Iniciais e então optaram pelo que é apresentado na Figura 3 e na Figura 4.

Figura 3 – Objetos Iniciais da Ferramenta



Fonte: Acervo dos autores, 2018.

Figura 4 – Objetos Finais da Ferramenta



Fonte: Acervo dos autores, 2018.

Seguem trechos do diálogo durante a criação da ferramenta:

Gabriel: Os objetos iniciais vão ser o A e o B. O polígono não (já se referindo aos objetos finais), os segmentos...

Nesse momento Gabriel retirou os segmentos g, h e f, que são os segmentos do primeiro triângulo criado, deixando apenas os segmentos criados a partir do ponto médio.

Blenda: Você vai deixar só esses segmentos que a gente criou, né?!

Gabriel: Isso, só os pretos.

Após a decisão sobre os segmentos buscaram explorar quais pontos deverão fazer parte dos objetos finais. Nesse momento eles fizeram uma Decomposição do Problema, analisando primeiramente os segmentos e posteriormente os pontos.

Gabriel: Então a gente precisa do D, do F e do E, né?!

Blenda (confirma com um movimento positivo e em seguida argumenta): Mas o C precisa também, porque ele está na base do polígono.

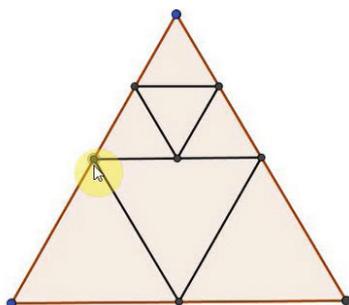
Gabriel: É que se eu colocar para ele criar um C, quando eu selecionar o A e o D ele vai criar um C que vai sobrepor o F, então não tem necessidade.

Blenda: Hummmm, entendi, entendi! Faz sentido.

Gabriel: Aah, então é só isso, o D, E, F e os três segmentos.

Eles então concluíram a construção da ferramenta e a nomeiam de *Triângulo*. A ferramenta é então testada e apresenta o resultado que esperavam, o que faz presente a *Simulação*. Porém, Gabriel retomou toda a construção da ferramenta, mas dessa vez sem exibir o rótulo dos objetos, como já sabiam quais objetos escolher a criação da ferramenta *TriânguloSemRótulo* foi rápida e o resultado de sua primeira aplicação pode ser vista na Figura 5.

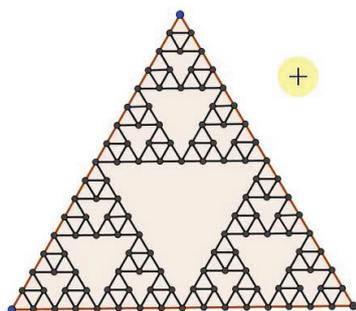
Figura 5 – Primeira Aplicação da Ferramenta TriânguloSemRótulo



Fonte: Acervo dos autores, 2018.

A Figura 6 apresenta todas as aplicações que a dupla fez com a ferramenta.

Figura 6 – Após última aplicação da Ferramenta TriânguloSemRótulo



Fonte: Acervo dos autores, 2018.

Após a última aplicação da ferramenta, a dupla respondeu as questões dissertativas sobre a construção e então houve uma intervenção determinante dos pesquisadores. Seguem trechos:

Pesquisadora: Dessa construção que vocês fizeram, vocês conseguiriam fazer um GIF do fractal?

Gabriel: Eu acho que sim.

Blenda: Mas não tem o...(acena com a mão indicando o controle deslizante).

Gabriel: Controle deslizante.

Blenda: Controle deslizante.

Gabriel: A gente cria um controle deslizante e chama de "Iteração".

Blenda: Mas como a gente vai fazer para começar a ir e a voltar?

Gabriel: Vai ser inteiro, vai ser do zero até o... (Nesse momento Gabriel altera o intervalo do controle deslizante para números inteiros de 0 a 4).

Blenda: Ai a gente tem que fazer aquele negócio, de aparecer tal coisa se (Blenda se refere a condição para exibir um objeto).

Eles então refletiram e analisaram sobre as condições para cada objeto ser exibido e percebem que existem muitos segmentos a serem analisados. Uma intervenção foi feita pela pesquisadora, com o objetivo de esclarecer conceitualmente a construção desenvolvida até o momento por meio de *decomposição* do problema:

Pesquisadora: Quantos polígonos tem na construção de vocês?

Gabriel: Ahnnnn, você fala triângulos?

Pesquisadora: Sim.

Blenda: A gente fez quatro iterações?

Gabriel: É, a gente está com 81.

Pesquisadora: Quantos tem no GeoGebra de vocês?

Gabriel: Como assim?

Blenda: Quantos segmentos?

Pesquisadora: Quantos polígonos? Vocês disseram que deveria ter 81.

Gabriel: É!

Pesquisadora: No GeoGebra de vocês, onde está escrito polígono ou triângulo, tem quantos?

Blenda: Um.

Gabriel: Polígono, na real, só tem um.

Pesquisadora: Por quê?

Blenda: Porque a gente fez pelo segmento.

Gabriel: Porque a gente montou só com segmentos e não montou com um polígono dentro...

Blenda: ...do polígono.

Pesquisadora: E o Triângulo de Sierpinski são apenas segmentos ou polígonos?

Gabriel: É... polígono. (risos)

Blenda: Droga! A gente tinha que ter montado um polígono dos pontos médios.

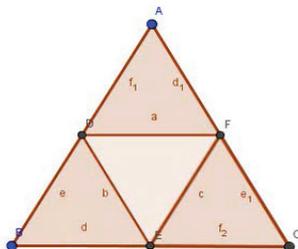
Gabriel: É porque iria ficar um em cima do outro. É, tá bom, então vamos começar de novo, vamos lá!

Blenda: risos.

Gabriel: Agora vamos fazer direito! (risos).

Em seguida, a dupla de estudantes apagou toda a construção deixando apenas o controle deslizante já criado. O início da nova construção foi o mesmo, criando o polígono regular de três lados e os pontos médios dos lados. Utilizando os pontos médios criam três novos polígonos (Figura 7).

Figura 7 – Início da Nova Construção



Fonte: Fonte: Acervo dos autores, 2018.

Antes de criarem a ferramenta retiram os rótulos de todos os objetos. Nos Objetos Finais a dupla retirou apenas o Polígono 1 (triângulo inicial) e o ponto C, já nos Objetos Iniciais os pontos A e B foram mantidos, assim como na construção anterior. A ferramenta foi criada com o nome de Triângulo Polígono. Antes de aplicar a ferramenta, até concluir a terceira iteração (quantidade escolhida pela dupla), Gabriel argumenta:

Gabriel: Antes de começar a fazer muito, já vamos ver o que a gente vai exibir.

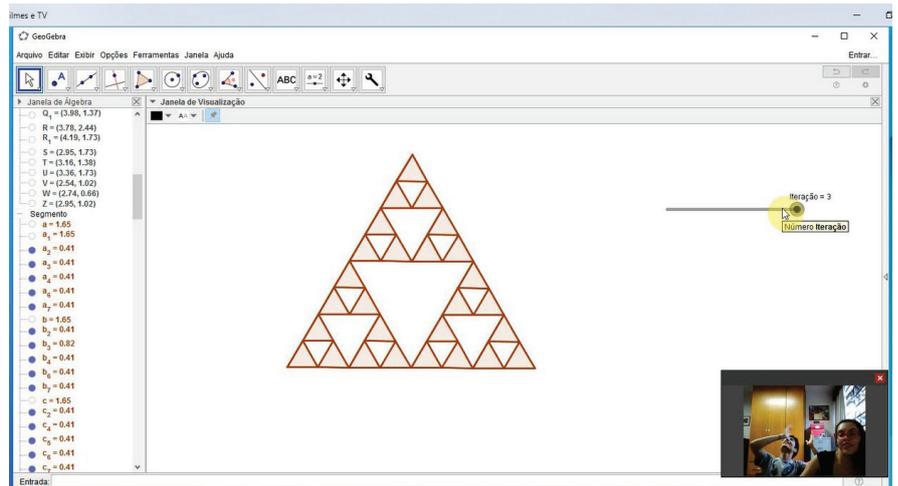
Blenda: Ah, pra já ir arrumando...

Acontece então a *Paralelização* em que, ao mesmo tempo que a dupla aplicou a ferramenta, eles já programam as condições de exibição das iterações. Gabriel abriu as propriedades do Triângulo inicial “pol1” e altera sua condição de exibição, agora o triângulo só será exibido quando o controle deslizante “Iteração” for igual a zero. Eles aplicaram as demais condições nos outros polígonos, mas não se atentam que essas condições também devem ser programadas para os lados de cada polígono. Só perceberam que isso deve ser feito quando manipularam o controle deslizante e os segmentos ainda permanecem.

Blenda: Arrumou os polígonos né? Agora tem que arrumar os segmentos.

Eles então utilizaram a janela de álgebra para auxiliar na busca pelos segmentos que devem receber as respectivas condições a cada iteração. A busca pelos segmentos foi trabalhosa, devido aos objetos dependentes que não aparecem na janela de álgebra, aparecem apenas no momento em que se abre a janela “Propriedades”. Blenda e Gabriel aplicaram a ferramenta até obterem a terceira iteração do Triângulo de Sierpinski, que pode ser vista na Figura 8.

Figura 8 – Terceira Iteração da Nova Construção



Fonte: Acervo dos autores, 2018.

Algumas expressões de satisfação durante a construção puderam ser notadas no trecho transcrito a seguir, o qual revela aspectos sobre a produção de significados da dupla:

Blenda: Aaah, fica tão bonitinho!

Gabriel: Olha que lindinho!

Gabriel: Agora foi? Agora foool!

Blenda: Ooo, graças!

Nesse momento se reforça a compreensão da construção do fractal e ainda faz com que possamos refletir sobre a importância de uma abordagem computacional quando se constrói fractais. O arquivo .ggb⁵ da construção de Blenda e Gabriel pode ser acessado através do QRCode abaixo (Figura 9) ou através do link⁶, assim como o *GIF* gerado pela dupla.

Figura 9 - QRCode que dá acesso ao arquivo .ggb e ao GIF, criados por Blenda e Gabriel na primeira atividade.



Fonte: Acervo dos autores, 2018.

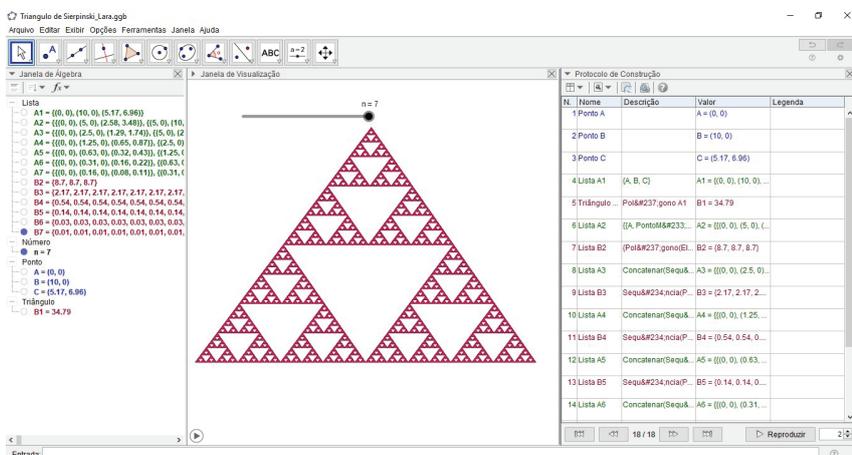
Na seção posterior foi apresentada a dupla o código de uma construção do Triângulo de Sierpinski realizada por um dos autores deste artigo. A programação realizada no GeoGebra faz com que o Triângulo de Sierpinski seja construído a partir de uma lista de comandos programados no campo de “Entrada”

⁵ Os arquivos criados no software GeoGebra são salvos no formato .ggb, em que só é permitido abrir as construções no referido software.

⁶ <https://goo.gl/GMXaUE>

do software. Inicialmente são construídos os pontos A, B e C, sendo posteriormente agrupados em uma lista. A partir dessa lista, um polígono é criado, dando origem ao triângulo inicial da construção. Os próximos passos da programação são baseados na construção de listas, nomeadas como A_ e B_, que seguem dois tipos de padrões, caracterizando a *Representação dos Dados* e a *Abstração*, defendidas por Barr e Stephenson (2011) como a utilização de listas e procedimentos que unem um conjunto de comandos frequentemente repetidos que executam uma determinada função. As listas nomeadas de A1, A2, ..., A7 foram construídas com o intuito de criar os pontos necessários para a construção dos polígonos em cada iteração do fractal. Note que tais lista não geram nenhuma construção geométrica no software. Já as listas nomeadas de B2, B3, ..., B7 foram criadas com o intuito de construir os polígonos pertencentes a cada iteração do fractal. As listas seguem um *Algoritmo* uma vez que segue uma série de etapas ordenadas tomadas para atingir um objetivo (ISTE/CSTA, 2011). A 16ª linha da programação mostra a construção do “Número n”, que representa o controle deslizante criado para variar entre 1 e 7, número de iterações do Triângulo de Sierpinski construído. Assim, a *Simulação* é caracterizada, uma vez que se condiciona a exibição das listas “B_” de acordo com a iteração que se deseja mostrar. Tal construção pode ser vista na Figura 10 e seu protocolo de construção no Quadro 2.

Figura 10 – Construção do Triângulo de Sierpinski realizada pela pesquisadora.



Fonte: Acervo dos autores, 2018.

Quadro 2 - Protocolo de Construção do Triângulo de Sierpinski programado pela pesquisadora no GeoGebra

N.	Nome	Descrição
1	Ponto A	
2	Ponto B	
3	Ponto C	
4	Lista A1	{A, B, C}
5	Triângulo B1	Polígono A1
6	Lista A2	{{A, PontoMédio(A, B), PontoMédio(A, C)}, {PontoMédio(A, B), B, PontoMédio(B, C)}, {PontoMédio(A, C), PontoMédio(B, C), C}}
7	Lista B2	{Polígono(Elemento(A2, 1)), Polígono(Elemento(A2, 2)), Polígono(Elemento(A2, 3))}
8	Lista A3	Concatenar(Sequência({{Elemento(Elemento(A2, i), 1), PontoMédio(Elemento(Elemento(A2, i), 1), Elemento(Elemento(A2, i), 2)), PontoMédio(Elemento(Elemento(A2, i), 1), Elemento(Elemento(A2, i), 3))}, {Elemento(Elemento(A2, i), 2), PontoMédio(Elemento(Elemento(A2, i), 2), Elemento(Elemento(A2, i), 3))}, {Elemento(Elemento(A2, i), 3), PontoMédio(Elemento(Elemento(A2, i), 3), Elemento(Elemento(A2, i), 1)), PontoMédio(Elemento(Elemento(A2, i), 3), Elemento(Elemento(A2, i), 2))}}, i, 1, Comprimento(A2)))
9	Lista B3	Sequência(Polígono(Elemento(A3, i)), i, 1, Comprimento(A3))
10	Lista A4	Concatenar(Sequência({{Elemento(Elemento(A3, i), 1), PontoMédio(Elemento(Elemento(A3, i), 1), Elemento(Elemento(A3, i), 2)), PontoMédio(Elemento(Elemento(A3, i), 1), Elemento(Elemento(A3, i), 3))}, {Elemento(Elemento(A3, i), 2), PontoMédio(Elemento(Elemento(A3, i), 2), Elemento(Elemento(A3, i), 3))}, {Elemento(Elemento(A3, i), 3), PontoMédio(Elemento(Elemento(A3, i), 3), Elemento(Elemento(A3, i), 1)), PontoMédio(Elemento(Elemento(A3, i), 3), Elemento(Elemento(A3, i), 2))}}, i, 1, Comprimento(A3)))
11	Lista B4	Sequência(Polígono(Elemento(A4, i)), i, 1, Comprimento(A4))

Quadro 2 - Protocolo de Construção do Triângulo de Sierpinski programado pela pesquisadora no GeoGebra

N.	Nome	Descrição
12	Lista A5	Concatenar(Sequência({Elemento(Elemento(A4, i), 1), PontoMédio(Elemento(Elemento(A4, i), 1), Elemento(Elemento(A4, i), 2)), PontoMédio(Elemento(Elemento(A4, i), 1), Elemento(Elemento(A4, i), 3))), {Elemento(Elemento(A4, i), 2), PontoMédio(Elemento(Elemento(A4, i), 2), Elemento(Elemento(A4, i), 1)), PontoMédio(Elemento(Elemento(A4, i), 2), Elemento(Elemento(A4, i), 3))), {Elemento(Elemento(A4, i), 3), PontoMédio(Elemento(Elemento(A4, i), 3), Elemento(Elemento(A4, i), 1)), PontoMédio(Elemento(Elemento(A4, i), 3), Elemento(Elemento(A4, i), 2))}), i, 1, Comprimento(A4)))
13	Lista B5	Sequência(Polígono(Elemento(A5, i)), i, 1, Comprimento(A5))
14	Lista A6	Concatenar(Sequência({Elemento(Elemento(A5, i), 1), PontoMédio(Elemento(Elemento(A5, i), 1), Elemento(Elemento(A5, i), 2)), PontoMédio(Elemento(Elemento(A5, i), 1), Elemento(Elemento(A5, i), 3))), {Elemento(Elemento(A5, i), 2), PontoMédio(Elemento(Elemento(A5, i), 2), Elemento(Elemento(A5, i), 1)), PontoMédio(Elemento(Elemento(A5, i), 2), Elemento(Elemento(A5, i), 3))), {Elemento(Elemento(A5, i), 3), PontoMédio(Elemento(Elemento(A5, i), 3), Elemento(Elemento(A5, i), 1)), PontoMédio(Elemento(Elemento(A5, i), 3), Elemento(Elemento(A5, i), 2))}), i, 1, Comprimento(A5)))
15	Lista B6	Sequência(Polígono(Elemento(A6, i)), i, 1, Comprimento(A6))
16	Número n	
17	Lista A7	Concatenar(Sequência({Elemento(Elemento(A6, i), 1), PontoMédio(Elemento(Elemento(A6, i), 1), Elemento(Elemento(A6, i), 2)), PontoMédio(Elemento(Elemento(A6, i), 1), Elemento(Elemento(A6, i), 3))), {Elemento(Elemento(A6, i), 2), PontoMédio(Elemento(Elemento(A6, i), 2), Elemento(Elemento(A6, i), 1)), PontoMédio(Elemento(Elemento(A6, i), 2), Elemento(Elemento(A6, i), 3))), {Elemento(Elemento(A6, i), 3), PontoMédio(Elemento(Elemento(A6, i), 3), Elemento(Elemento(A6, i), 1)), PontoMédio(Elemento(Elemento(A6, i), 3), Elemento(Elemento(A6, i), 2))}), i, 1, Comprimento(A6)))
18	Lista B7	Sequência(Polígono(Elemento(A7, i)), i, 1, Comprimento(A7))

Fonte: Acervo dos autores, 2018.

O protocolo acima foi apresentado com o intuito de mostrar a dupla uma alternativa algébrica-computacional de construir o fractal no software GeoGebra, uma vez que a dupla optou por construir de forma geométrica através das

ferramentas do software. Foi solicitada a dupla a interpretação do protocolo, a qual é descrita no diálogo a seguir:

Pesquisadora: Eu gostaria que vocês tentassem entender o que eu fiz.

Qual foi a primeira coisa que eu fiz?

Blenda: Você fez três pontos.

Pesquisadora: E qual foi a diferença do que vocês fizeram?

Gabriel: Nós já fizemos o triângulo.

Pesquisadora: Então eu criei os pontos e depois o triângulo?

Gabriel: Foi, foi isso.

Pesquisadora: Só que, antes de criar os pontos e os triângulos eu fiz uma coisa que eu chamei de lista. Imaginem uma lista com três pontos. E depois disso eu fiz o que?

Blenda: Você criou o triângulo.

Pesquisadora: E esse triângulo foi construído a partir do que?

Blenda: Da lista.

Pesquisadora: E depois?

Gabriel: Você fez uma outra lista entre os pontos que você já tinha e os pontos médios.

Pesquisadora: E depois?

Blenda: Você fez uma outra lista.

Gabriel: Você fez uma lista a partir da lista anterior.

Pesquisadora: O que eu fiz na lista B2?

Gabriel: Na lista B2 você construiu os polígonos, porque na lista anterior você criou apenas os pontos.

Pesquisadora: Então, como vocês interpretam esse código que está escrito na linha sete? Quantas partes tem a lista A2?

Gabriel: Ah, entendi, esse 1 representa a primeira parte da lista A2. Que são o ponto A, o ponto médio entre A e B, e o ponto médio entre A e C.

Pesquisadora: E depois?

Blenda: Depois você segue para as outras posições, a segunda posição e a terceira posição.

Pesquisadora: E no passo oito, vocês sabem o que significa concatenar?

Blenda: Não.

Gabriel: Eu sei, significa juntar.

Pesquisadora: Isso, e o que esse i da lista A3 significa?

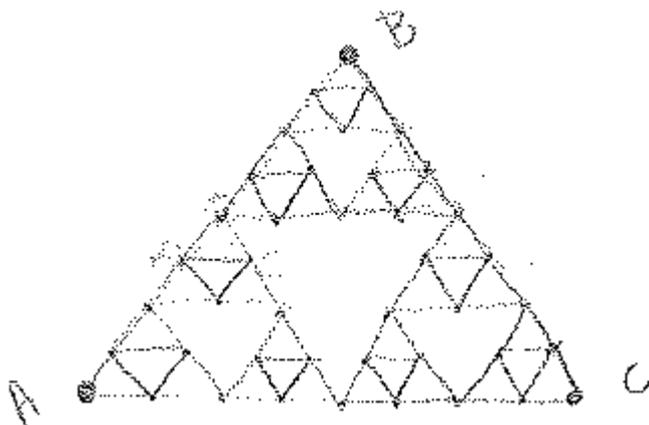
Gabriel: No caso, eles vão ser os índices. Nesse caso, vão ser os elementos da posição um, dois, e três da lista anterior.

O diálogo apresentado acima nos ajuda a compreender como a interação entre a programação com o software GeoGebra e a construção de fractais contribuem para o desenvolvimento do PC. Inicialmente, através da *Análise dos Dados* é notada a diferença em sua *Representação*, uma vez que o polígono não é criado de imediato. A *Simulação* também se destaca nesta situação,

visto que a animação do algoritmo contribui para a conclusão de que cada tipo de lista está programada de uma forma, ou seja, listas A_ criam pontos (sem representá-los) e listas B_ criam os polígonos a partir dos pontos criados anteriormente. Além de explorar as habilidades individuais do PC, apresentar um código pronto aos estudantes pode contribuir para futuras soluções de problemas, afim de criar um processo de resolução mais eficiente e efetivo (ISTE/CSTA, 2011).

Posteriormente, foi solicitado a dupla que representassem através de um desenho o que o código estava fazendo. A representação pode ser vista na Figura 11.

FIGURA 11 – REPRESENTAÇÃO ACERCA DA INTERPRETAÇÃO DO CÓDIGO



Fonte: Acervo dos autores, 2018.

Blenda ainda conclui o seguinte:

Blenda: Primeiro ele criou três pontos. Aí fez uma lista com esses três pontos. Depois fez um polígono. Aí, pegou os pontos médios. E aí a gente liga esses pontos e faz o polígono. Depois você pega cada um desses polígonos e aí faz tudo de novo. E aí, vai seguindo tudo na sequência. Começa por este ponto, depois faz outros pontos médios, aí você montar os polígonos e depois você pega essa sequência, dentro desse polígono, e faz os pontos médios de cada um deles, por isso que tem o i, ou seja, significa quantos você vai ter que fazer.

Nesse momento, se nota que Blenda entendeu a representação do código. Logo, foi pedido para que a dupla escrevesse as duas próximas linhas do código, que pode ser vista na Figura 12.

Figura 12 – Representação acerca da interpretação do código

lista A8 Seq. { { Elem. (Elem. (A7, u), 1), Ponto médio (Elem. (Elem. (A7, u), 1) ... (A7, u), 2) } }

lista B8

Fonte: Acervo dos autores, 2018.

Por mais que a escrita da dupla não esteja completa, é possível perceber através da fala dos participantes que eles foram capazes de criar as listas A8 e B8, ou seja, pensando computacionalmente, puderam fomentar a continuidade do código inicialmente proposto o qual visava a construção de um Triângulo de Sierpinkki.

Gabriel: Então, você vai ter que fazer uma lista A8. Usando a mesma ideia anterior.

Blenda: Concatenar...usando os elementos da lista A7. E daí a gente tem que seguir a mesma ideia desses anteriores. O elemento da A7, com o número 1, depois com o 2, ... E aí a gente só troca onde tem o A6 a gente coloca A7 e assim por diante. E depois a gente faz a lista B8, basta trocar, onde está A7 colocamos A8. Ah, esse comprimento significa toda a lista anterior.

A compreensão de um algoritmo por parte dos estudantes envolveu as seguintes habilidades: *Análise e Representação dos Dados*, uma vez que buscaram e encontraram sentido e padrões na programação, e ainda representaram a situação utilizando a mídia “lápiz e papel”; *Algoritmos e Procedimentos* e a *Abstração* ao interpretarem e continuarem a escrita do código; *Automação* e *Simulação*, visto que o programa já estava pronto e a dupla utilizou a ferramenta do controle deslizante para a análise. Há ainda, indícios de que a exploração da atividade realizada na primeira parte ofereceu meios para essa compreensão da dupla acerca da segunda parte da atividade, a qual engajava os alunos na exploração de um código por si, uma vez que já apresentavam compreensões a cerca das propriedades e características do Triângulo de Sierpinski.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo buscamos trazer algumas reflexões acerca da presença de habilidades do PC (Barr; Stephenson, 2011) que emergiram durante a construção do fractal Triângulo de Sierpinski no software GeoGebra, a partir da experimentação com dois alunos de graduação em Matemática ao realizar uma atividade desenvolvida na presente pesquisa. Apresentamos como o software GeoGebra, juntamente com a criação de novas ferramentas, pode ser utilizado para exercitar habilidades destacadas do PC e como o uso das tecnologias digitais facilitam esse exercício, o que pode ser então uma possibilidade/alternativa

para a inserção do PC nas salas de aula. O processo de pensar-computacionalmente com o GeoGebra na construção de um fractal perpassou por diversificadas habilidades do PC. Em outra oportunidade, discutiremos aspectos acerca das habilidades do PC referente a construção de uma pirâmide de Sierpinski com o GeoGebra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, R. M. **Descobrendo a Geometria Fractal para sala de aula**. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.

BARR, V.; STEPHENSON, C. Bringing computational thinking to K-12: What is involved and what is the role of the computer science education community? **ACM Inroads**, [s.l.], v. 2, n. 1, p. 48-54, 2011.

BICUDO, M. A. V. Pesquisa em educação matemática. **Pro-posições**, Campinas, v. 4, n. 10, p. 18-23, mar. 1993. Disponível em: <http://mail.fae.unicamp.br/~proposicoes/textos/10-artigos-bicudomav.pdf>. Acesso em: 14 maio 2012.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994.

BORBA, M. C.; SCUCUGLIA, R. R. S.; GADANIDIS, G. **Fases das Tecnologias Digitais em Educação Matemática**: sala de aula e internet em movimento. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2014.

FARIA, R. W. S. **Padrões Fractais**: Contribuições ao processo de Generalização de Conteúdos Matemáticos. 2012. 197f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociência e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2012.

ISTE/CSTA. **Computational Thinking Teacher Resource**. 2. ed., 2011. Disponível em: http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/472.11CTTeacherResources_2ed-SP-vF.pdf. Acesso em: 01 ago. 2018.

LU, J. J.; FLETCHER, G. H. Thinking about computational thinking. In: ACM Technical Symposium on Computer Science Education, 40., 2009, Chattanooga. **Proceedings [...]** New York: CIGCSE, 2009. p. 260-264.

MANNILA, L. et al. Computational Thinking in K9 Education. In: Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education, 19., 2014, Uppsala. **Proceedings [...]** New York: SIGCSE, 2014. p. 1-29.

MARSHAL, M. N. Sampling for qualitative research. **Family Practice**, [s.l.], v. 13, n. 6, p. 522–526, 1996.

MOTTA-ROTH, D. et al. O tradicional e o novo: Análise de artigos acadêmicos eletrônicos. **Intercâmbio**, São Paulo, v. 9, p. 29-38, 2000.

PAPERT, S **Logo**: Computadores e Educação. São Paulo: Editora Brasiliense, 1983.

POWELL, A. B.; FRANCISCO, J. M.; MAHER, C.A. Uma abordagem à Análise de dados de vídeo para investigar o desenvolvimento de Idéias e Raciocínios Matemáticos de Estudantes. **Bolema**, Rio Claro, v. 21, n. 17, p. 81-140, 2004.

RABAY, Y. S. F. **Estudo e Aplicações da Geometria Fractal**. 2013. 103f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) — Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2013.

RIBEIRO, L.; FOSS, L.; CAVALHEIRO, S. A. C. **Entendendo o Pensamento Computacional**. s/d. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/1707.00338v1.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2018.

SINCLAIR, N. et al. Recent research on geometry education: an ICME-13 survey team report. **ZDM Mathematics Education**, [s.l.], v. 48, n. 5, p. 691–719, 2016.

STEFFE, L.; THOMPSON, P. W. Teaching experiment methodology: Underlying principles and essential elements. In: KELLY, A. E.; LESH, R. A. (Ed.).

Research design in mathematics and science education. Hillsdale: Erlbaum, 2000. p. 267-307.

VALENTE, J. A. Integração do Pensamento Computacional no currículo da Educação Básica: diferentes estratégias usadas e questões de formação de professores e avaliação do aluno. **Revista e-Curriculum**, São Paulo, v. 14, n. 3, p. 864-897, 2016.

WING, J. M. Computational thinking. **Communications of the ACM**, [s.l.], v. 49, n. 3, p. 33–35, 2006.

WING, J. M. Computational thinking and thinking about computing. **Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences**, [s.l.], v. 366, n. 1881, p. 3717–3725, 2008.

EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E ATIVIDADES INVESTIGATIVAS COM PESSOAS IDOSAS

Rafaela Nascimento da Silva¹

Universidade Federal de Alfenas – UNIFAL – Brasil.
rafaelansil@gmail.com.

Guilherme Henrique Gomes da Silva²

Universidade Federal de Alfenas – UNIFAL – Brasil.
guilherme.silva@unifal-mg.edu.br

Rejane Siqueira Julio³

Universidade Federal de Alfenas – UNIFAL – Brasil.
rejane.julio@unifal-mg.edu.br

¹ Graduação em Licenciatura em Matemática pela Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG).

² Doutor em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Rio Claro – SP. Docente do Departamento de Matemática do Instituto de Ciências Exatas e do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG).

³ Doutora em Educação pela Unicamp e mestre em Educação Matemática pela UNESP, campus de Rio Claro-SP, docente do Departamento de Matemática do Instituto de Ciências Exatas e do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG).

RESUMO: Discutimos neste artigo resultados de uma pesquisa que analisou a forma como ocorre o engajamento de idosos em atividades matemáticas quando inseridos em um cenário para investigação. Utilizando uma abordagem qualitativa, os dados foram produzidos em dois encontros com idosos participantes de um projeto de extensão universitária, que trabalha educação matemática direcionada à terceira idade. O envolvimento dos idosos se deu pelo aceite em participar das atividades e permeou os momentos de uma investigação matemática. Observamos contribuições para a interação social, mudança de concepção sobre a matemática, produção de conhecimento e o surgimento de discussões filosóficas, estéticas, tecnológicas e matemáticas.

Palavras-chave: Cenários para investigação. Razão áurea. Sequência de Fibonacci. Educação para idosos. Educação Matemática.

ABSTRACT: In this paper, we discuss results of a study that analyzed how occur the engagement of senior people with mathematics tasks when they are insert at a landscape of investigation. Through a qualitative approach, data were produced in two meetings with older people who participate of a university extension project. The involvement of senior people happened through the acceptance of development the tasks and was identified in all moments on the mathematical investigation. Contributions to senior people occurred in their social interaction, change in the conception about mathematics, and knowledge production. We also noted the emergence of discussion based on philosophy, aesthetics, technology and mathematics as well.

Keywords: Landscapes of Investigation. Golden Ratio. Fibonacci Sequence. Education for Senior People. Mathematics Education.

1 INTRODUÇÃO

Chegar a terceira idade¹ pode marcar o início de uma nova forma de viver, devido ao fim de ciclos, como no trabalho e na de criação dos filhos. Ao mesmo tempo pode ser um momento para que novas possibilidades e interesses sejam motivados, como o de se engajar em novos projetos de vida. A Educação tem se apresentado como uma possibilidade de projeto a qual os idosos podem participar e é, inclusive, apontada como um direito no Estatuto do Idoso (BRASIL, 2003).

O próprio fenômeno de envelhecimento da população, que ocorre em diversos países, como no Brasil, tem sido um dos principais motivos para o desenvolvimento de diferentes ações educativas para pessoas idosas, já que elas possuem interesses educacionais distintos (DOLL, 2008). Pesquisas têm mostrado que, por meio de processos educativos, os idosos podem se manter ativos cognitivamente, ter o conhecimento necessário para reivindicar seus direitos e participar de forma mais ativa, crítica e criativa em suas próprias vidas, se mantendo atuantes na comunidade (SCORTEGAGNA, 2010; LIMA, 2015; MARTORELL et. al, 2009).

Com base em Doll (2008), podemos destacar alguns aspectos relacionadas aos motivos e benefícios da educação para idosos. Dentre eles, tem-se a perspectiva socioeducativa, que se refere ao estabelecimento de relações sociais entre idosos e entre diferentes gerações. As atividades educativas também podem ser consideradas um momento de lazer para os idosos, atuando como um modo de ocupação do tempo livre. Elas podem assumir um caráter emancipatório, pois permitem melhorar a compreensão do mundo, criando possibilidades de ação. Nesse sentido, a Educação também possibilita que o idoso se mantenha atualizado e participativo na sociedade, além de permitir que continue exercendo suas capacidades cognitivas, amenizando as possíveis perdas que podem ocorrer em decorrência de doenças.

Assim, a educação para o idoso passa a ser, além de um novo projeto ou ocupação, uma garantia do exercício da cidadania e, também, um elemento importante para o nível de qualidade de vida, sendo este um conceito de contornos imprecisos, mas que inclui não apenas “fatores relacionados à saúde, como bem-estar físico, funcional, emocional e mental, mas também outros elementos importantes da vida das pessoas como trabalho, família, amigos, e outras circunstâncias do cotidiano” (PEREIRA; TEIXEIRA; SANTOS, 2012, p. 244).

Segundo Scagion (2018), o trabalho educacional com idosos no Brasil acontece através da Educação de Jovens e Adultos (EJA), dos sindicatos de aposen-

¹Em países desenvolvidos, a Organização Mundial da Saúde (OMS) considera idoso o indivíduo com idade igual ou superior a 65 anos. Já em países em desenvolvimento, a OMS indica que o limite inicial é de 60 anos de idade.

tados e das universidades, as quais se destacam pelas ações desenvolvidas através do Programa Universidade Aberta à Terceira Idade (Unati). A implementação de programas que seguem o modelo do Unati, ocorre através da extensão universitária, expandindo-se no país a partir do início da década de 1990. Cada instituição de ensino superior é livre para tomar suas decisões quanto aos objetivos do programa e as ações que serão realizadas. Contudo, elas apresentam propostas semelhantes, as quais estão relacionadas à melhora da qualidade de vida dos idosos, promoção da saúde, participação e autonomia, desenvolvimento pessoal e coletivo assim como a inserção social dos idosos.

A Educação Matemática, como aponta Skovsmose (2017), pode ser desenvolvida com diferentes grupos de pessoas em diferentes ambientes e se apresenta como uma possibilidade educacional para o desenvolvimento de leituras e escritas do mundo pelo idoso, com implicações tanto no desenvolvimento cognitivo e social quanto em seu desenvolvimento crítico para a reivindicação de seus direitos e exercício da cidadania. Um caminho para essa leitura e escrita de mundo tem sido a utilização de atividades matemáticas desenvolvidas em um cenário para investigação, como discutiremos adiante.

A pesquisa de Lima (2015) foi pioneira no âmbito da Educação Matemática envolvendo uma abordagem sistemática de desenvolvimento de atividades investigativas direcionada para o público idoso. Esta pesquisa, juntamente com as atividades desenvolvidas na ação “Conversas sobre Matemática com pessoas idosas” do projeto de extensão Laboratório de Ensino em Matemática (LEM)² da Universidade Estadual Paulista (Unesp), *campus* de Rio Claro, nos inspiraram a desenvolver o Projeto de Extensão “Conversas Matemáticas”, direcionado ao público idoso participante do Programa Universidade Aberta à Terceira Idade da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL) (Unati-UNIFAL-MG).

Visamos, em nosso projeto, desenvolver atividades investigativas relacionadas à Educação Matemática. As atividades são realizadas semanalmente com um grupo de nove idosos, matriculados no projeto. A equipe executora é formada por três estudantes do curso de Licenciatura em Matemática da UNIFAL-MG, uma mestranda em Educação desta mesma instituição e dois docentes formadores. O projeto também tem proporcionado o desenvolvimento de pesquisas relacionadas à formação de professores de matemática inseridos neste contexto³ e outras que se relacionam aos aspectos envolvidos na participação de idosos em ambientes de aprendizagem baseados em cenários para investigação⁴.

² Projeto coordenado pela educadora matemática Profa. Dr.^a Miriam Godoy Penteadó.

³ Por exemplo, Silva (em desenvolvimento).

⁴ Por exemplo, Julio e Silva (2018).

Em particular, o objetivo deste artigo é realizar uma leitura sobre o engajamento de pessoas idosas em atividades matemáticas quando inseridas em um cenário para investigação. Para tanto, discutiremos dados produzidos a partir de dois encontros realizados com os idosos do projeto “Conversas Matemáticas” cuja temática principal foram os conteúdos matemáticos relacionados à razão áurea e à sequência de Fibonacci.

2 METODOLOGIA

As atividades realizadas com os idosos no projeto “Conversas Matemáticas” acontecem no Laboratório de Ensino de Matemática da UNIFAL-MG. Discutiremos neste trabalho resultados das atividades denominadas “Razão Áurea” e “Sequência de Fibonacci”, que ocorreram, respectivamente, no quarto e no décimo primeiro encontro com os idosos.

O grupo de idosos matriculados no projeto possui formação em diferentes áreas, como em Magistério, Contabilidade, Farmácia, História, Letras, Matemática e Administração. Dentre os motivos que os levaram a participar estão o interesse em aprender mais sobre matemática como, também, em exercitar a “mente”. Eles possuem um vasto “conhecimento de mundo” e sempre apresentam diversas questões e curiosidades durante as atividades desenvolvidas, diferente do que aconteceu em outra versão do projeto de extensão “Conversas Matemáticas” que trabalhou com idosos residentes de uma instituição de longa permanência do município de Alfenas-MG⁵. Isso significou para a equipe a necessidade de estudar a fundo os conceitos históricos, culturais e matemáticos envolvidos nas atividades elaboradas.

Como já mencionado, o projeto “Conversas Matemáticas” tem possibilitado a realização de pesquisas prioritariamente qualitativas que recorrem ao método da observação participante para a produção dos dados, utilizando-se de instrumentos como a gravação em áudio das atividades desenvolvidas e de conversas com os idosos durante e depois da realização das mesmas. Além disso, também realizamos notas em caderno de campo que posteriormente são transcritas para um editor de texto no computador. O mesmo acontece com as conversas gravadas com os idosos. Seguindo as orientações de Creswell (2014), durante o processo de realização desta pesquisa em particular, realizávamos anotações e lembretes de possíveis temas para serem discutidos e nos reuníamos para debater sobre os mesmos. Esse processo permitiu maior refinamento nas nossas análises dos dados como um todo.

Depois de organizar os dados, fizemos leituras e releituras, individualmente e coletivamente, realizando, em um primeiro momento, descrições mais detalhadas das situações ocorridas, e, posteriormente, construção de categorias

⁵ Sobre o desenvolvimento desta versão do projeto veja-se a discussão em Silva, Silva e Julio (2017).

de análise. Para tanto, atribuímos códigos para os dados que se alinhavam com os objetivos da pesquisa. Esses códigos foram agrupados de acordo com suas particularidades em categorias mais amplas para realizarmos uma leitura mais aprofundada de como ocorre o engajamento de pessoas idosas em atividades investigativas. Denominamos estas categorias de *envolvimento dos idosos com atividades matemáticas em um cenário para investigação e discussões propiciadas por uma atividade investigativa*. Neste processo de análise, nos baseamos em Skovsmose (2000; 2014), Ponte, Brocardo e Oliveira (2015) e em pesquisas no âmbito da Educação Matemática que desenvolveram trabalhos com pessoas idosas, como a já mencionada pesquisa de Lima (2015).

3 EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, CENÁRIOS PARA INVESTIGAÇÃO E TERCEIRA IDADE

Segundo Scagion (2018), a educação pode ser entendida como um processo de desenvolvimento ininterrupto do ser humano em relação aos aspectos intelectuais, morais e sociais. A educação ocorre durante toda a vida, a partir da disponibilidade para aprender em qualquer circunstância, e contribui para que o idoso tenha condições de acompanhar as mudanças que ocorrem na sociedade.

Diante das diversas contribuições da educação para a qualidade de vida dos idosos, a matemática pode se inserir neste contexto como uma possibilidade de inclusão no momento da execução de atividades, por meio do compartilhamento de informações, discussões acerca da resolução ou investigação de um problema e relações sociais que podem ser estabelecidas. Atividades com essa temática também podem trazer benefícios através do estímulo do raciocínio lógico, deduções e cálculos mentais (SCAGION, 2018; LIMA, 2015; GROSSI, 2014; SILVA; LIMA, 2014; SILVA; SILVA; SILVA, 2017).

Pesquisadores que utilizaram uma abordagem investigativa em problemas ou situações, como é o caso de Martorell et al (2009), durante o desenvolvimento de atividades de uma disciplina no campo das Ciências direcionada para idosos matriculados em um Programa Aberto à Terceira Idade de uma universidade espanhola, destacaram que o caráter investigativo da proposta favoreceu que os idosos não apenas construíssem, reforçassem habilidades científicas e produzissem novos conhecimentos, mas também que apresentassem um maior grau de satisfação com relação às suas perspectivas sociais e cognitivas.

No âmbito da Educação Matemática, o uso de uma abordagem investigativa com idosos se insere como uma possibilidade de criar um ambiente que pri-

vilegie o diálogo e argumentação, em busca da compreensão do que está sendo estudado, gerando maior interesse dos idosos em participar das atividades e aprender (LIMA, 2015; SCAGION, 2018). Em consonância com as ideias defendidas por Alrø e Skovsmose (2006) e Lins (1999), consideramos a aprendizagem como um processo que pode ser entendido como *ação*. Tal fato ocorre quando alunos e professores possuem uma perspectiva comum em relação a uma atividade, indicando uma aproximação. Deste modo, para que uma atividade realizada seja considerada uma ação, deve haver alguma intencionalidade, aliada a possibilidade de se fazer escolhas.

Conforme Skovsmose (2000), a abordagem investigativa se contrapõe ao ensino tradicional, pautado no chamado “paradigma do exercício”, no qual a premissa central é a de que em cada exercício ou tarefa existe uma, e somente uma, resposta correta, sendo que o professor possui o monopólio do conhecimento. Um dos principais interesses da investigação para a Educação Matemática está relacionado à formação crítica, que visa o desenvolvimento de competências relativas à prática da democracia. Skovsmose (2000) salienta então que é importante que a matemática não seja vista apenas como um conteúdo a ser ensinado e aprendido, mas como uma ferramenta que nos possibilita refletir sobre diversas questões sociais e está fortemente presente em nossa cultura tecnológica. Para este autor, ambientes que favorecem o uso da investigação em processos de ensino e aprendizagem são chamados de “cenários para investigação” e se caracterizam por inserir o estudante como responsável pelo processo de exploração e explicação/justificação para a produção do seu conhecimento. Contudo, a criação de um cenário para investigação depende de alguns fatores, como a disponibilidade dos estudantes para aceitar o convite para a investigação e o modo como o professor tenta criar o ambiente, que pode repercutir como um comando e não ser atrativo para os participantes da atividade (SKOVSMOSE, 2000).

As diferenças entre o trabalho educativo baseado nos cenários para investigação e no paradigma do exercício podem ser categorizadas a partir da combinação entre estas duas práticas e três referências, as quais são responsáveis por levar os estudantes a produzirem significados para os conceitos e as atividades matemáticas. A primeira referência se refere às questões e atividades relacionadas a própria matemática. A segunda, à uma realidade construída, chamada semirrealidade. Já a terceira se refere às situações do mundo real (SKOVSMOSE, 2000, 2014). Desta forma, combinando as duas práticas de sala de aula com os três tipos de referência, Skovsmose (2000) apresenta os possíveis ambientes de aprendizagem, apresentados no quadro a seguir.

Quadro 1 - Ambientes de aprendizagem

	Exercícios	Cenários para investigação
Referências à Matemática pura	(1)	(2)
Referências à semirealidade	(3)	(4)
Referências ao mundo real	(5)	(6)

Fonte: Skovsmose (2000). Quadro adaptado pelos autores.

Segundo Skovsmose (2000), os ambientes 1 e 3 são os mais observados nas práticas de ensino que seguem o modelo tradicional do paradigma do exercício, pois se referem respectivamente aos exercícios formulados no contexto da matemática pura e da semirrealidade. Já os ambientes 2, 4 e 6 estão relacionados ao uso da investigação a partir das três referências. De acordo com o autor, é interessante caminhar por todos os ambientes.

Ponte, Brocardo e Oliveira (2015) também oferecem contribuições para as discussões relacionadas às investigações, denominadas investigações matemáticas, que em conjunto com as de Skovsmose (2000; 2014) nos oferecem subsídios teóricos para a elaboração de atividades e até mesmo de pesquisas na Educação Matemática, como a que estamos abordando neste artigo.

O desenvolvimento de uma investigação, conforme Ponte, Brocardo e Oliveira (2015), ocorre inicialmente com a introdução de um assunto, situação ou problema de forma oral ou escrita, em que o professor propõe a atividade, cabendo ressaltar a importância do aceite ao convite, conforme Skovsmose (2000). Em seguida, os alunos devem realizar a investigação, que pode ocorrer individualmente ou em grupo. Por último, é feito o compartilhamento dos resultados com todos os envolvidos. A investigação matemática geralmente ocorre em torno de uma ou mais temáticas, envolvendo quatro momentos principais: exploração e formulação de questões; formulação de conjecturas; realização de testes e reformulação; justificção e avaliação do trabalho. Estes momentos podem ocorrer simultaneamente, incluindo diversas atividades que podem transitar nos diferentes ambientes de aprendizagem destacados por Skovsmose (2000).

Vale ressaltar que em uma atividade investigativa o seu processo de desenvolvimento, via de regra, é mais importante do que o resultado alcançado, dado o seu caráter aberto. Desse modo, cabe ao professor programar o início da atividade, contudo o resultado não pode ser controlado, podendo haver diferentes conclusões. Ainda, segundo Ponte, Brocardo e Oliveira (2015), nesse tipo de abordagem, é importante que o professor estabeleça um ambiente de aprendizagem em que o estudante se sinta à vontade para expressar suas

ideias, fazer questionamentos e discutir com os demais colegas. Para isso, é necessário que o tempo seja suficiente para que a investigação seja concluída.

A abordagem investigativa no desenvolvimento de atividades matemáticas com pessoas idosas foi utilizada em Lima (2015) e mostrou potencialidades importantes. Os idosos se envolveram nas atividades, demonstrando interesse em entender e resolver os problemas abordados. A participação ocorreu por meio de questionamentos, posicionamento em relação aos assuntos discutidos e o compartilhamento e defesa de suas ideias, por meio de argumentos matemáticos. O interesse em compartilhar as atividades com outras pessoas também evidenciou o envolvimento dos idosos nas atividades.

O desenvolvimento de atividades investigativas com o público idoso segue os mesmos pressupostos apontados por Ponte, Brocardo e Oliveira (2015) e Skovsmose (2000, 2014), mas precisa de alguns cuidados. Lima (2015) nos fornece uma série de características importantes no que tange ao trabalho pedagógico com este público, como preparar previamente o ambiente em que acontece a atividade, aumentar a fonte da letra para facilitar a leitura dos textos e dos slides elaborados bem como utilizar uma entonação de voz adequada, para que todos possam ouvir e se envolver na atividade.

Queremos trazer para este artigo mais um elemento que consideramos fundamental na elaboração de atividades, que é a leitura dos estudantes – no nosso caso os estudantes idosos –, conforme proposta por Lins (1999), para poder conhecê-los, saber onde eles estão e interagir com eles, o que possibilita um desenvolvimento que leve em consideração não somente a perspectiva dos idosos, mas a possibilidade de que percorram outros caminhos, novos lugares, e produzam conhecimentos. Também levamos em consideração o *foreground* dos idosos que, conforme Skovsmose (2014), consiste nas possibilidades que o meio social em que as pessoas estão inseridas pode proporcionar. Desse modo, o *foreground* determina a intencionalidade no processo de aprendizagem, se relacionando aos motivos que levam as pessoas a aprender. Nesse sentido, as atividades discutidas neste artigo, que foram a base para a produção dos dados aqui discutidos, bem como as demais desenvolvidas no projeto “Conversas Matemáticas”, foram elaboradas com a preocupação de inserirem os participantes em um cenário para investigação, seguindo as recomendações de Lima (2015) no que tange à adaptação para o público idoso.

4 ATIVIDADES “RAZÃO ÁUREA” E “SEQUÊNCIA DE FIBONACCI”

As atividades “Razão Áurea” e “Sequência de Fibonacci” foram elaboradas a pedido de um dos idosos participantes do projeto de extensão, que queria

saber o que significava razão áurea e qual a relação possuía com a sequência de Fibonacci. Por mais que as duas atividades tenham partido do interesse de um participante em especial, a equipe do projeto teve a preocupação de elaborar atividades investigativas de forma que todos os idosos aceitassem o convite para participar do cenário para investigação que estávamos propondo.

Inicialmente, realizamos levantamentos bibliográficos⁶ sobre a temática razão áurea ou proporção áurea ou número de ouro e não encontramos referências que se enquadravam declaradamente como atividades investigativas. Ainda assim, os trabalhos encontrados inspiraram e, ao mesmo tempo, desafiaram a equipe do projeto para elaborar uma atividade que propiciasse a criação de cenários para investigação nessa temática que transitassem nos diferentes ambientes.

A atividade foi desenvolvida conforme o seguinte roteiro: inicialmente foram apresentadas diferentes imagens (a pintura da Mona Lisa, de Leonardo da Vinci, a catedral de Notre Dame em Paris, uma concha, o símbolo da empresa Apple, uma orelha, um girassol, um cartão de crédito e o desenho Homem Vitruviano de Leonardo da Vinci) e questionado aos idosos o que eles achavam que as imagens tinham em comum. O intuito foi o de fazer o convite para participarem da investigação, algo a ser observado mediante a exploração e formulação de questões. A partir das falas dos idosos, apresentamos outros slides com as mesmas figuras, mas com retângulos e espirais áureas inscritos nas mesmas, sem informar de imediato o que aquilo significava, visando que os mesmos identificassem as curvas nas figuras. Esses momentos se caracterizaram por uma caminhada entre os ambientes (4) e (6) propostos por Skovsmose (2000) e destacados no Quadro 1, uma vez que elementos do dia a dia foram trazidos para fazer com que os idosos fossem refinando seu olhar para a temática da atividade.

Após esgotar esta discussão, iniciamos uma discussão matemática com os idosos sobre a razão áurea, abordando seu contexto histórico e os elementos matemáticos envolvidos, caminhando pelos ambientes de aprendizagem (1) e (2) do Quadro 1. Em seguida, convidamos uma idosa para realizar a leitura do texto *Renascimento, razão áurea e as formas do corpo humano*⁷, elaborado pela equipe, que destacava a utilização da razão áurea no Renascimento. O texto trazia um desenho do “O Homem Vitruviano”, que apresenta um homem de proporções áureas inscrito em uma circunferência e em um quadrado. Por meio do desenho, a equipe desenvolveu atividades com os idosos de forma que fizessem explorações e formulassem conjecturas, realizassem testes e

⁶ Para o estudo acerca do tema e elaboração da atividade “Razão Áurea” utilizou-se os trabalhos de Garcia et al (s/d), e Queiroz (2007).

⁷ Para a confecção do texto, a equipe se baseou em Queiroz (2007).

reformulassem suas conjecturas ou questões, momentos estes importantes na realização de atividades investigativas (PONTE; BROCARD; OLIVEIRA, 2015). Após esse momento, buscamos estabelecer proporções e relações dos próprios idosos com a razão áurea, utilizando como referência a medição de seus próprios corpos, o que se deu por um movimento entre os ambientes (3) e (4) do Quadro 1.

Na última etapa da atividade, voltando para o ambiente (2), os idosos realizaram a construção do retângulo áureo com o auxílio de régua e compasso e, em seguida, fizeram o cálculo da razão áurea do retângulo construído. Para encerrar a atividade, a equipe apresentou outras imagens aos idosos (redemoinho, caracol, flor copo de leite e os símbolos da Toyota, da Pepsi e do canal de televisão National Geographic). Nestes símbolos, os idosos puderam identificar a razão áurea ou então verificar que suas proporções remetiam à mesma.

A atividade “Sequência de Fibonacci”, visou contribuir para que os idosos compreendessem o funcionamento de uma sequência matemática, identificando seu padrão de funcionamento. Em especial, a atividade visava favorecer que os idosos identificassem alguma relação entre os conteúdos matemáticos trabalhados na atividade “Razão Áurea” com a sequência de Fibonacci. Para a elaboração da atividade, a equipe realizou, também, um levantamento bibliográfico⁸ acerca do tema, a fim encontrar referências de atividades que pudessem ser desenvolvidas ou que inspirassem na elaboração da mesma, visando a construção de um ambiente de aprendizagem baseado em cenários para investigação. Devido à curiosidade que os idosos sempre apresentavam em conhecer o contexto histórico dos temas abordados nas atividades, optamos por introduzir o assunto através da leitura de um texto⁹ elaborado pela equipe sobre Leonardo de Pisa (ou Fibonacci), abordando sua importância para a inserção do sistema de numeração que utilizamos hoje – o sistema de numeração indo-arábico ou sistema de numeração decimal – e o problema dos coelhos, que nos permite estabelecer a sequência de Fibonacci.

Após a leitura, convidamos os idosos a resolvê-lo de forma colaborativa, por meio de uma tabela confeccionada em cartolina e coelhos adultos e novos, também em cartolina, que poderiam ser manipulados. Nesse momento, conduzimos os idosos entre os ambientes de aprendizagem (2) e (4). Isso exigiu a ambientação do problema, que se deu por meio de explorações e formulações de questões, e pelo estabelecimento de negociações e estratégias para a resolução do problema. A fim de promover uma discussão sobre os resultados obtidos, os idosos completaram uma tabela individualmente, em que anotaram a quantidade de casais adultos, casais novos e o total de coelhos para cada mês. Também, foram feitos vários questionamentos visando

⁸ Para a elaboração da atividade baseou-se em Livio (2006), Belini (2015) e Leopoldino (2016).

⁹ A elaboração do texto baseou-se em Livio (2006).

que estabelecessem a relação existente entre os elementos das sequências formadas nas colunas da tabela e, deste modo, determinar as características da sequência de Fibonacci. Em seguida, com a finalidade de relacionar a sequência de Fibonacci com a razão áurea, propusemos que os idosos fizessem uma divisão¹⁰ entre os termos desta sequência e anotassem os resultados na tabela para depois tentarem investigar o que estava acontecendo com essas razões.

Para finalizar, mostramos imagens como a árvore genealógica de um zangão, a configuração das sementes de girassol na flor, o número de pétalas de uma flor margarida e o crescimento de galhos de plantas, em que podem ser lidas a sequência de Fibonacci e propomos como tarefa para casa, a resolução de algumas questões, retiradas de concursos, envolvendo sequências numéricas, de palavras e de formas. Esta última etapa inseriu a atividade no ambiente de aprendizagem (1).

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Por meio de nossa leitura dos dados produzidos a partir das duas atividades descritas, analisamos a participação de idosos em atividades matemáticas quando inseridos em um cenário para investigação. Esse processo ocorreu a partir de nossa produção de significados para os acontecimentos ocorridos no momento em que as atividades foram realizadas e em discussões posteriores. Dividimos as discussões do processo de análise em duas categorias, que denominamos de *envolvimento dos idosos com atividades matemáticas em um cenário para investigação* e *discussões propiciadas por uma atividade investigativa*.

5.1 A TABELA SE CRUZA COMO OS COELHOS: ENVOLVIMENTO DOS IDOSOS COM ATIVIDADES MATEMÁTICAS EM UM CENÁRIO PARA INVESTIGAÇÃO

O primeiro passo para discutirmos o envolvimento de idosos inseridos em um cenário para investigação em um contexto de trabalho com a matemática diz respeito ao *aceite para participar das atividades*. Segundo Skovsmose (2000), este é o primeiro (e talvez mais importante) momento de uma investigação matemática em um contexto pedagógico. A análise dos dados produzidos em nosso estudo traz indicações de que esse aceite ocorreu pelos idosos em ambas as atividades. Por exemplo, logo que introduzimos a primeira atividade, mesmo não encontrando uma característica comum entre as imagens apresentadas, os idosos tentaram encontrar regularidades e formular ques-

¹⁰ A divisão entre os termos foi realizada da seguinte maneira:

$$\left(\frac{F_n}{F_{n-1}}\right)$$

tões. A senhora Ana¹¹ tentou identificar figuras geométricas comuns, Pedro observou que as figuras estavam centralizadas e possuía certa simetria, Lúcia e Marina disseram que a característica em comum entre as figuras eram as curvas. Lúcia identificou um quadrado, lembrou da atividade envolvendo quadrados mágicos, realizada em outro momento no projeto, em que eles haviam trabalhado com tal figura e questionou se a atividade seria sobre curvas. Essa constatação pôde ser confirmada quando as mesmas imagens foram apresentadas, mas desta vez com retângulos e espirais áureas inseridos, e os idosos, novamente questionados, reconheceram as inserções nas imagens e fizeram afirmações como: “Foi feita uma divisão proporcional. [...] É como se fosse uma forma... [...] É tipo um gabarito” (Pedro), “A parte menorzinha [da espiral] vai se distribuindo no todo” (Sandra).

Na segunda atividade, consideramos que o aceite dos idosos ocorreu devido ao surgimento de discussões acaloradas no momento da exploração do problema, em que as mesmas tentavam não apenas compreendê-lo, mas estabelecer um plano de ação. Em um primeiro momento, essas discussões acabaram gerando uma fragmentação no grupo, pois Joana estava tão convicta de que suas conjecturas estavam corretas que decidiu resolver por ela mesma o problema, enquanto os demais idosos se mantiveram em grupo, trabalhando colaborativamente.

É importante mencionar que, mesmo ocorrendo o aceite pelos participantes para se inserirem no cenário para investigação, pode acontecer que alguns deles não se sintam motivados a continuar a explorar a situação. A leitura do texto *Renascimento, razão áurea e as formas do corpo humano* e a discussão dos questionamentos e conjecturas levantadas no início da atividade “Razão Áurea” mostraram-se como motivadoras para a introdução do exercício de medição dos corpos dos idosos. No entanto, a senhora Ana mostrou-se desinteressada pelo assunto durante esta primeira etapa da atividade. Apenas no momento em foi realizada a medição dos corpos, ela se motivou a participar e fazer os cálculos para comparar as medidas e razões feitas com o número de ouro, mostrando sua preferência por atividades mais práticas. Nesta etapa, alguns corpos foram medidos pelos membros da equipe do projeto e outros foram medidos pelos próprios idosos.

As reações dos idosos durante a atividade, em especial da senhora Ana, nos mostrou que os participantes do projeto possuem diferentes perfis e interesses e por isso a importância em não focar em um tipo específico de atividade, corroborando com os apontamentos de Doll (2008). Além disso, Lima (2015) afirma que é importante estar preparado para situações inesperadas, como o

¹¹ Todos os nomes são fictícios e foram elaborados desta forma para preservar os idosos participantes do projeto.

desinteresse do idoso e críticas à atividade, o que reiteramos, com base em Julio e Oliveira (2018), de que mais do que preparar uma atividade, é fundamental se preparar para ela, pensando em possibilidades de produção de significados, se colocando no lugar dos outros (dos idosos) e estando aberto à interação.

Em diversos momentos das atividades a *formulação de conjecturas* esteve presente. Um exemplo foi na primeira atividade em que a leitura possibilitou questionamentos como: “*Será que existe alguma relação entre os membros inferiores e superiores?*” (Marina), “*Será que isso se encaixa em todo mundo?*” (Sandra) e o comentário de Glória de que talvez aquelas proporções estejam relacionadas com o povo europeu e que em outras etnias não seriam válidas (chineses, japoneses, etc.). Outro exemplo de conjecturas levantadas ocorreu na segunda atividade, em que Lúcia comentou, ao perceber o que aconteceria nos primeiros meses da tabela dos coelhos, que seria construída uma sequência. Em relação a *elaboração de testes/estratégias*, foi possível ler isto de forma mais ativa na atividade envolvendo a sequência de Fibonacci. O próprio enunciado do problema, por gerar muitas discordâncias no grupo de idosos, envolveu um longo processo de negociação de estratégias.

Alrø e Skovsmose (2006) destacam a importância de avaliar a perspectiva dos participantes durante o processo investigativo em um cenário para investigação, a fim de entender seu ponto de vista sobre o problema e chegar a um propósito comum. No caso da atividade “Sequência de Fibonacci”, o problema em questão se caracterizava por ser uma situação fictícia sobre reprodução de coelhos e os idosos tiveram dificuldade em desvinculá-lo de uma situação real. Dessa forma, foi necessário que a equipe intervisse na discussão a fim esclarecer esta questão e discutir em conjunto sobre o objetivo do problema, a partir de uma perspectiva que fosse comum a todos, como foi o caso de considerar o casal de coelhos do primeiro mês como novo para iniciar o preenchimento da tabela grande confeccionada.

A tabela confeccionada ocupou uma grande parte da mesa e foi feita com o objetivo de gerar interação entre os idosos. Para seu preenchimento, os idosos optaram por continuar sentados e que, à medida que os meses iam sendo completados, cada pessoa que estava mais perto do local (linha referente a um determinado mês) o preenchia com coelhos novos e adultos (Figura 1). Assim, todos puderam ajudar na montagem da tabela, acompanhando o que estava sendo feito e alguns já foram preenchendo ao mesmo tempo suas próprias tabelas.

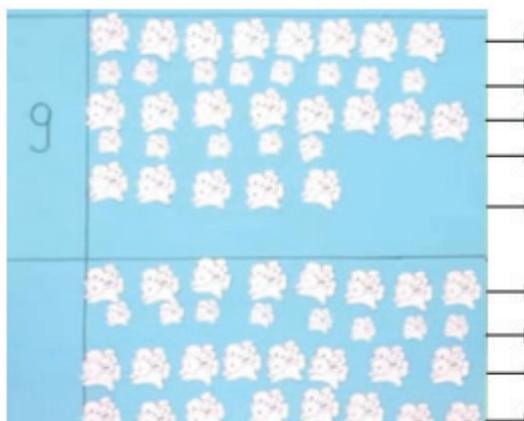
Figura 1 - Montagem da tabela



Fonte: Acervo dos autores, 2018.

Por mais que uma estratégia de preenchimento da tabela já tivesse sido estabelecida com os idosos, alguns ainda estavam com dificuldades sobre o que poderiam fazer. Dessa forma, foi necessária uma pausa para discutir com todos, novamente, a estratégia que estava sendo utilizada. Somente após todos concordarem e compreenderem, eles puderam dar continuidade. A estratégia utilizada para distribuir os coelhos em cada mês era sempre contar a quantidade de coelhos do mês anterior que seriam adultos no próximo mês e distribuí-los. Em seguida, eles verificavam o número de casais coelhos do mês anterior que poderia ter casais novos no próximo mês e distribuíam os casais novos junto dos seus respectivos “pais”. Por exemplo, no oitavo mês tinham 21 casais de coelhos, sendo 13 adultos e 8 novos (Figura 2). Desse modo, para completar o nono mês, primeiramente eles colocaram 21 casais de coelhos adultos e, como no oitavo mês tinham 13 casais adultos, apenas esses casais iriam gerar novos filhote no nono mês e, assim, elas colocaram 13 casais novos de modo que cada casal ficasse embaixo de um casal adulto. Assim, no nono mês foram colocados 34 casais.

Figura 2 - Oitavo e nono mês da tabela

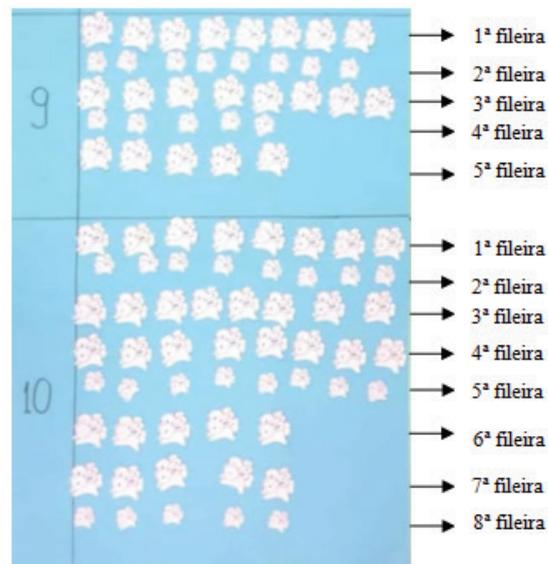


Fonte: Acervo dos autores, 2018.

A senhora Joana, que estava resolvendo a atividade sozinha, ao ver que tinha cometido um erro, não mostrado para a equipe do projeto, voltou a trabalhar

com o grupo, acompanhando a montagem da tabela e ajudando a completar a linha referente ao décimo mês. Mesmo no preenchimento da tabela, esta idosa usou uma estratégia diferente dos outros idosos. Sua estratégia foi a de contar e distribuir os coelhos por partes, ou seja, ela contava quantos casais tinham em cada fileira do mês anterior, (Figura 3) e distribuía os coelhos no próximo mês. Após fazer isso para todas as fileiras, ela analisou quais eram as fileiras que tinham casais adultos no mês anterior e distribuiu os casais novos no mês seguinte. Por exemplo, no nono mês tinham 34 casais de coelhos, sendo 21 adultos e 13 novos (Figura 3). Para completar o décimo mês, a idosa tomou a mesma quantidade de oito casais de coelhos, que tinha na primeira fileira do nono mês, e colocou no décimo mês. Como esses oito casais já eram adultos no nono mês, eles iriam gerar casais novos no décimo mês e, portanto, a idosa colocou, na segunda fileira, oito casais novos correspondentes a cada casal adulto acima. Em seguida, ela pegou a mesma quantidade de casais de coelhos da segunda fileira do nono mês e colocou na terceira fileira do décimo mês. Como esses casais eram novos no nono mês eles não gerariam casais novos no décimo mês. A idosa fez o mesmo procedimento para todas as fileiras até terminar de completar o décimo mês.

Figura 3 - Nono e décimo mês da tabela



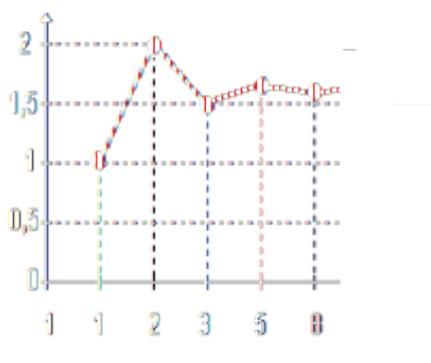
Fonte: Acervo dos autores, 2018.

Inicialmente, os demais idosos não entenderam esta estratégia e, ao ser solicitada, a senhora Joana pôde explicar até que todas entendessem. Algumas idosas comentaram: "A ordem fatores não altera o resultado". De acordo com Ponte, Brocardo e Oliveira (2015), é fundamental se sentir à vontade para compartilhar suas ideias em uma atividade investigativa, pois isso permite que diferentes estratégias de resolução possam ser confrontadas. Notamos que esse compartilhamento favoreceu a discussão entre os idosos durante o desenvol-

vimento da atividade. Neste caso, ainda vale fazer mais um comentário sobre a fala de alguns idosos de que a ordem dos fatores não altera o resultado. Em atividades escolares pautadas no paradigma do exercício, os professores estão interessados, na maioria das vezes, no resultado de um problema ou de uma operação a ser efetuada. No caso das atividades investigativas, muitas vezes, o processo de investigar torna-se mais importante que o resultado em si (PONTE; BROCARD; OLIVEIRA, 2015; SKOVSMOSE, 2014).

Consideramos, assim como Lima (2015), que o engajamento de idosos com atividades investigativas pode favorecer que os mesmos possam desenvolver sua criatividade, através da exposição de ideias e compartilhamento de conclusões, levando ao surgimento de diferentes soluções para um problema e a produção do conhecimento. Tanto na primeira quanto na segunda atividade houve muita interação/colaboração *entre os idosos*. Na Figura 1, os idosos estão sentados e formam um só grupo, exceto a participante que quis resolver a situação sozinha. Eles decidiram as estratégias de preenchimento da tabela, apresentando diferentes argumentos, e trabalharam de forma colaborativa no preenchimento e nas discussões sobre a quantidade de coelhos. Na Figura 4, que ilustra a medição de corpos, notamos uma maior interação entre os idosos e a equipe do projeto (Figura 4).

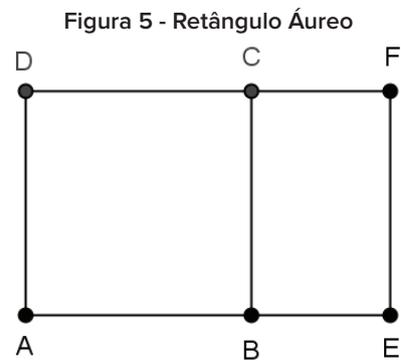
Figura 4 - Idosos fazendo as medições



Fonte: Acervo dos autores, 2018.

A análise dos dados traz indícios de que o envolvimento dos idosos com atividades matemáticas em um cenário para investigação propiciou aos mesmos não apenas o envolvimento, mas também a *produção de conhecimentos matemáticos*. Por exemplo, durante a construção do retângulo áureo com régua e compasso realizada na primeira atividade, os idosos não tiveram dificulda-

des em utilizar esses instrumentos para fazer a construção e também para determinar o cálculo da razão áurea. Verificamos que duas estratégias foram utilizadas: enquanto alguns idosos fizeram a razão entre a medida do lado maior (AE) e lado menor (AD) outros fizeram a razão entre a medida segmentos AB e BE, conforme a Figura 5. Dessa forma, cada um pôde compartilhar como realizou o cálculo, o que favoreceu não apenas a interação entre eles, mas evidenciou a compreensão do assunto pelos mesmos.



Fonte: Acervo dos autores, 2018.

Na atividade “Sequência de Fibonacci”, depois que os idosos preencheram a tabela confeccionada na cartolina, propomos que eles preenchessem suas próprias tabelas. Para finalizar a investigação, foi realizada uma discussão entre todo o grupo sobre as possíveis relações existentes entre os números da sequência formada na coluna que representava o total de coelhos. Desse modo, os idosos puderam compartilhar suas conjecturas, justificativas e conhecimentos acerca do que estava sendo discutido. De acordo com Ponte, Brocardo e Oliveira (2015), neste momento, o professor deve atuar como um moderador a fim de que os resultados mais significativos sejam destacados, estimular os questionamentos dos estudantes e, por fim, que seja feita uma organização das principais ideias e discussão sobre os resultados encontrados.

Dessa forma, no início da discussão, as senhoras Sandra, Selma e Glória relataram que já haviam percebido que cada termo, a partir do terceiro, era obtido a partir da soma dos dois termos anteriores (Figura 6). Elas também descobriram que essa relação acontecia nas outras colunas (casais adultos e casais novos). As discussões que elas levantaram auxiliaram que os demais também identificassem esse padrão. Neste momento, a equipe optou por informar que a sequência formada se tratava da Sequência de Fibonacci. Os idosos continuaram formulando conjecturas acerca das relações na tabela, percebendo, inclusive, que a sequência se formava nas outras colunas começando em linhas diferentes. A senhora Sandra percebeu outra relação entre os elementos da tabela (Figura 6), relacionando todas as colunas. A relação foi a seguinte: a soma do Total (da primeira linha) com a quantidade de casais de coelhos novos da segunda linha, resulta na quantidade de casais de coelhos adultos da

terceira linha, a soma do total (da segunda linha) com a quantidade de casais de coelhos novos da terceira linha resulta na quantidade casais de coelhos adultos da quarta linha, e assim sucessivamente. Ela levantou este ponto e solicitou que o mesmo fosse discutido com os outros idosos. A senhora Glória comentou: "A tabela se cruza como os coelhos".

Figura 6 - Tabela completada com o número de casais adultos, novos e o total para cada mês

Mês	Casais adultos 	Casais novos 	Total
1	0	1	1
2	1	0	1
3	1	1	2
4	2	1	3
5	3	2	5
6	5	3	8
7	8	5	13

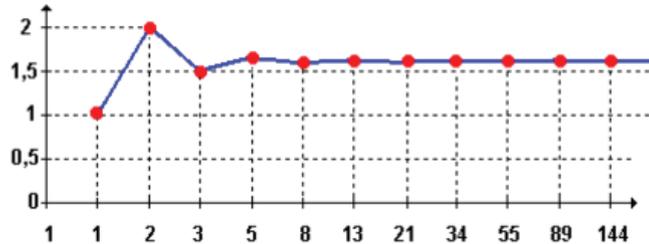
Fonte: Acervo dos autores, 2018.

A senhora Sandra estabeleceu regularidades que a equipe não havia notado durante a elaboração da atividade. Outras conjecturas também surpreenderam os membros da equipe no momento de execução das atividades, como foi o caso da senhora Joana que tentou relacionar o total de coelhos da tabela em termos de porcentagem e questionou sobre a existência de um gráfico de crescimento da situação explorada. Ela ainda perguntou como utilizamos essa sequência e se ela é válida na reprodução de outros animais. Consideramos que neste momento, os idosos estavam buscando produzir/relacionar conhecimentos matemáticos por meio das atividades. Segundo Ponte, Brocardo e Oliveira (2015), durante a realização de atividades investigativas, podem surgir situações imprevisíveis que exigem que o professor raciocine matematicamente, como quando os alunos formulam conjecturas que não haviam sido pensadas de antemão. Este tipo de situação se caracteriza por ser um momento em que o aluno estabelece conexões com outros conceitos matemáticos e com outras áreas do conhecimento.

Ainda em relação à produção de conhecimentos matemáticos, as atividades investigativas propiciaram que os idosos fizessem relações entre as atividades trabalhadas no projeto. No caso da atividade "Sequência de Fibonacci", em determinado momento os idosos necessitaram preencher uma coluna da tabela individual com os valores da razão entre os termos da sequência de Fibonacci. Usando calculadoras, lápis e papel e cálculo mental, logo após as primeiras divisões, perceberam que o valor estava cada vez mais próximo do número de ouro, trabalhado algumas semanas antes. Joana perguntou se se-

ria possível construir um gráfico com esses valores. A equipe aproveitou a oportunidade e mostrou, na lousa digital do laboratório, um gráfico com os valores encontrados nas divisões, visando corroborar o argumento dos idosos em relação à obtenção da razão áurea (Figura 7).

Figura 7 - Gráfico da relação entre a sequência de Fibonacci e as divisões.



Fonte: Belini, 2015, p. 39.

Consideramos esta situação como uma evidência de que os idosos, de fato, compreenderam os elementos matemáticos da atividade “Razão Áurea” e puderam, inclusive, relacioná-los com o que estava sendo discutido no momento da atividade “Sequência de Fibonacci”. Isso corrobora o fato de que a realização de investigações matemáticas pode propiciar aos envolvidos oportunidades para utilizarem e retomarem seus conhecimentos matemáticos e não apenas de desenvolverem, mas de ampliarem suas capacidades e efetuarem novas aprendizagens (ROCHA; PONTE, 2006).

Em especial, no caso dos idosos, eles possuem um vasto conhecimento de mundo e, não somente nas atividades destacadas neste artigo, como nas demais desenvolvidas ao longo do projeto, estabelecem relações entre as abordagens matemáticas com os fazeres das pessoas e suas culturas. Assim, consideramos que a característica “aberta” que atividades em um cenário para investigação apresentam atrelada a este conhecimento de mundo podem favorecer o desenvolvimento de momentos importantes de produção de conhecimentos matemáticos. Claro que, para o professor ou equipe que esteja à frente das atividades, isso pode gerar momentos imprevistos, denominados pela literatura como zona de risco, caracterizada pela imprevisibilidade e pela perda de controle da situação pelo professor (PENTEADO, 2001), o que já é mais propício de se acontecer em um cenário para investigação (SILVA, 2010; SILVA; PENTEADO, 2013). O que temos notado é que estes momentos têm proporcionado oportunidades para discussões e pesquisas sobre os temas tanto para os idosos quanto para a equipe executora. Em outras palavras, verificamos que os riscos trazem possibilidades (PENTEADO; SKOVSMOSE, 2008).

5.2 AMEI FALAR SOBRE CONSTANTES: DISCUSSÕES PROPICIADAS ENTRE OS IDOSOS EM UM CENÁRIO PARA INVESTIGAÇÃO

Todos os momentos das atividades investigativas trabalhadas com os idosos no projeto foram permeados por muitas discussões, envolvendo assuntos filosóficos, estéticos, tecnológicos, matemáticos, dentre outros. No momento da análise dos dados produzidos no projeto, e em particular das duas atividades analisadas, estas discussões surgiram durante as etapas de desenvolvimento das atividades. O que chamamos de *discussões filosóficas* relacionam-se a momentos em que as atividades propiciaram reflexões em relação à própria natureza da matemática. Por exemplo, durante a realização da atividade “Razão Áurea”, Sandra questionou “*E quem inventou isso [a razão áurea], descobriu?*”, que gerou o questionamento entre o grupo de idosos se a razão áurea era uma criação ou uma descoberta humana, prevalecendo a vertente da descoberta humana. Esta discussão voltou a surgir no final da atividade, ao serem exibidas imagens que possuíam relação com o número de ouro, prevalecendo, para os idosos, a crença de que “descobrimos” coisas feitas por um criador, no caso Deus, exemplificada na seguinte fala da senhora Sandra: “*Fico enfezada com esses ateus que acham que tudo surgiu ao acaso. Como eles podem não acreditar em um ser superior com tamanha inteligência para criar tantas coisas que por exemplo, tem a mesma proporção?*”.

Discussões sobre estética também surgiram, iniciada pela senhora Ana. Em suas palavras, “essa história de número de ouro representar a beleza é uma bobeira”. Para esta idosa, além de não achar a Mona Lisa bonita, ela não utilizava a razão áurea em suas aulas de pintura e não achava que o seu uso poderia deixar as pinturas mais bonitas. Outros idosos também comentaram que o padrão de beleza da época deveria ser bem diferente do que é considerado nos dias atuais, pois se a Mona Lisa foi feita utilizando a razão áurea, provavelmente ela era considerada bonita à época, o que, na visão delas, não aconteceria nos dias de hoje.

Uma das características de um cenário para investigação diz respeito à exploração dos diversos caminhos que podem surgir no desenvolvimento das atividades. Como aponta Skovsmose (2014, p. 45),

ao contrário da bateria de exercícios tão característica do ensino tradicional de matemática, que se apresenta como uma estrada segura e previsível sobre o terreno, as trilhas dos cenários para investigação não são tão bem demarcadas. Há diversos modos de explorar o terreno e suas trilhas. Há momentos de prosseguir com vagar e cautela, e outros de se atirar loucamente e ver o que acontece.

Essas trilhas podem ter, muitas vezes, um desfecho incerto. No caso das atividades, a equipe levou a sério as discussões filosóficas e estéticas levantadas pelos idosos, buscando incorporá-las nas atividades para, também, fomentar maior interesse pela matemática, mesmo não sabendo onde tais discussões poderiam levar.

Durante a realização das atividades *discussões sobre tecnologias* foram abordadas, tanto em um aspecto particular quanto geral. No aspecto particular, se manifestou na recusa de alguns idosos em utilizar a calculadora. Esta situação ocorreu no cálculo das proporções relacionadas ao número de ouro. Uma das idosas justificou dizendo que não utiliza calculadora no seu dia a dia e outra revelou que queria fazer as contas à mão para se recordar do algoritmo da divisão. Na segunda atividade, as razões entre os termos da sequência de Fibonacci ficaram cada vez mais complicadas de serem feitas utilizando somente lápis e papel. Neste momento, os idosos, exceto uma, que recusavam usar a calculadora, acabaram vendo a facilidade de utilizá-la na realização de cálculos. Conforme Doll e Machado (2011), a rejeição frente ao uso de novas tecnologias, como aconteceu com a calculadora, é uma atitude esperada por parte de pessoas idosas. Geralmente eles não são contra o uso de tecnologias, mas possuem uma visão crítica acerca da sua aderência.

No final da primeira atividade, vimos comentários mais gerais e críticos sobre o uso de tecnologias. Selma comentou a forma como a tecnologia tem interferido nas relações entre as pessoas mais jovens, porque hoje em dia elas preferem conversar por mensagens e que até atitudes simples como dizer bom dia estão sendo desvalorizadas, o que mostra uma mudança na educação familiar. Ela também observou que, em seu tempo de adolescente, as pessoas tinham uma maior necessidade de utilizar a memória para guardar informações, como por exemplo, números de telefone e datas de aniversário, e que hoje em dia a tecnologia desempenha essa função. Segundo ela, este é um ponto negativo da tecnologia, pois pode influenciar no desempenho cognitivo dos jovens, com relação à memorização, quando estes estiverem na terceira idade. Ainda durante esta atividade, Selma comentou sobre a capacidade dos povos antigos de descobrir e de criar coisas sem os recursos tecnológicos existentes na atualidade, considerando-os mais inteligentes, e dizendo que *“tudo o que os povos antigos deixaram de conhecimento a gente só agregou e desenvolveu”* (Selma).

Por meio das falas dos idosos, é possível perceber como uma atividade em um cenário para investigação pode proporcionar reflexões que vão além dos conceitos matemáticos envolvidos. Os idosos se sentem à vontade para expor suas concepções sobre religião, filosofia, tecnologia e outros assuntos, bem como para compartilhar os conhecimentos que foram adquiridos durante

a vida. Segundo Scagion (2018), a matemática, conforme é abordada, pode gerar discussões intergeracionais, em que as pessoas idosas utilizam de sua experiência para contribuir em decisões, resolução de problemas e, como observado acima, refletir sobre questões atuais.

Discussões sobre a *concepção sobre a matemática* também surgiram durante as atividades. Por exemplo, ao término da atividade “Sequência de Fibonacci”, os idosos foram questionados sobre o que haviam achado de se engajar em atividades matemáticas com a característica proposta pela equipe. Pedro comentou que achou a atividade muito interessante, que é um conhecimento adicional para sua vida e que foi bem prático. Sandra comentou: *“É um conhecimento a mais [...]. Amei falar sobre constantes. [...] Ano que vem, vou fazer o curso de matemática; eu tinha um trauma com matemática, pois levei bomba na segunda série, mas há alguns anos, eu venho lendo livros e me encantado pela matemática”*. Ela ainda indicou a leitura do livro o “Homem que Calculava” de Malba Tahan para a nossa equipe. Nota-se, através da sua fala, como a participação nas atividades tem contribuído para uma visão diferente sobre a matemática, entendida anteriormente como um conteúdo difícil de aprender. A análise dos dados mostra que o uso da investigação matemática no trabalho com os idosos pode ter favorecido uma visão mais positiva sobre a matemática. A senhora Simone, por exemplo, destacou: *“Aprendi até a perceber a matemática na natureza”*. Ela ainda comentou que começaria a olhar isso com mais atenção em seu cotidiano. Percebe-se que a superação da dificuldade com relação à matemática torna-se um dos motivos que levaram os idosos a frequentarem o projeto, o que também foi constatado em Grossi (2014). O interesse de Sandra em ingressar no curso de Matemática, remeteu a um fato que ocorreu na pesquisa de Lima (2015). Ademais, sobre a participação nas atividades, Simone comentou: *“Culturalmente foi muito interessante, maravilhoso”*. Já a senhora Glória afirmou: *“Eu adorei, aprendi muita coisa, mas para mim que sou mais velha foi muita informação para uma aula só”*.

A *aplicabilidade da matemática* na vida também foi uma discussão levantada pelos idosos. Durante a atividade “Razão Áurea” foi necessário abordar mais exemplos relacionados a determinação de proporções entre figuras geométricas, algo que não havia sido pensado anteriormente pela equipe. Neste momento, também foi trabalhado o conceito de semelhança de figuras. Isso levou a um questionamento de Selma: *“Que aplicabilidade isso tem? Que importância tem isso na vida?”* (Selma). Respondemos que a razão áurea é utilizada, por exemplo, em algumas construções, nas artes e no desenvolvimento de logotipos de algumas marcas, pois algumas pessoas consideram o retângulo áureo como uma forma harmoniosa. De acordo com Skovsmose (2014), as produções de significados dos alunos durante a realização de uma

atividade dependem do seu *foreground* e o modo como ocorre a participação mostra a intencionalidade dos mesmos. Nesse sentido, pudemos perceber que a intenção dos idosos ao participar das atividades do projeto vai além de aprender conceitos matemáticos e se desenvolver cognitivamente, eles também se interessam por saber como a matemática está presente na vida.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento das atividades apresentadas neste trabalho nos possibilitou realizar uma leitura sobre o envolvimento dos idosos participantes em um cenário para investigação. Podemos afirmar que a participação ocorreu inicialmente a partir do aceite para a realização das atividades. Foi possível observar momentos de exploração dos problemas e das situações, formulação de questões e conjecturas, elaboração de testes e estratégias e a defesa de ideias, os quais caracterizam uma investigação matemática, conforme Ponte, Brocardo e Oliveira (2015). As atividades foram permeadas por questionamentos e discussões, na busca pelo entendimento dos assuntos e dos conceitos matemáticos envolvidos, evidenciando o interesse dos idosos. Outro aspecto importante sobre o envolvimento nas atividades foi a interação entre os idosos durante a realização das tarefas propostas, assim como os momentos de interação com os membros da equipe do projeto.

Rocha e Ponte (2006) destacam que o trabalho com atividades investigativas na Educação Matemática contribui para o desenvolvimento dos participantes em variados níveis: na aprendizagem do que são e como se engajar em investigações propriamente ditas; na aprendizagem de conceitos, ideias e também procedimentos matemáticos; no que tange ao aprimoramento de habilidades comunicativas e de trabalho em equipe; na formação de novas concepções e atitudes frente à matemática. Isso também acontece no que tange ao público idoso. Como evidenciamos ao longo deste artigo, o uso de atividades investigativas contribuiu para uma visão mais positiva sobre a matemática, propiciou o surgimento de discussões acerca de diversos temas, além de ter possibilitado a retomada e produção de conhecimentos matemáticos e o desenvolvimento da capacidade de aprender coisas novas.

Durante as atividades, buscamos criar um ambiente em que os participantes se sentissem à vontade para se expressar sobre qualquer assunto que pudesse surgir, relacionado (ou não) ao tema. Dessa forma, concordamos com Lima (2015) no aspecto de que esse tipo de trabalho pode contribuir para a autoestima dos idosos, uma vez que a oportunidade de estabelecer um diálogo intergeracional, compartilhando seus conhecimentos e experiências, aliada a

possibilidade de sair de casa para o encontro de outras pessoas e obter novos conhecimentos, propicia o surgimento de novas relações afetivas.

A postura dos idosos durante o desenvolvimento das duas atividades aqui destacadas no que tange à realização de perguntas, anotações do que estava acontecendo a todo momento, apontamentos, empenho e realização de atividades fora do contexto do projeto, em seus lares, evidenciou a vontade de aprender dos idosos, o que também foi destacado nos estudos de Grossi (2014), Lima (2015) e Scagion (2018). Além disso, como também apontado por Martorell et al (2009), a análise das interações nos permitem dizer que os idosos superaram suas expectativas sociais e cognitivas de envolvimento nas atividades destacadas.

A iniciativa de um dos idosos em solicitar os temas que foram trabalhados nas duas atividades aqui apresentadas, assim como o engajamento de todos, durante as atividades, revelou aspectos sobre o *foreground* e a intencionalidade dos idosos em relação ao projeto. Notamos o interesse no desenvolvimento cognitivo, em aprender novos conceitos matemáticos e retomar conceitos já vistos bem como conhecer aplicações da matemática na realidade. Assim, podemos concluir que houve em encontro entre a intencionalidade dos idosos e a proposta das atividades, o que segundo Skovsmose (2014), contribui para a construção de sentidos.

REFERÊNCIAS

ALRØ, H.; SKOVSMOSE, O. **Diálogo e Aprendizagem em Educação Matemática**. Tradução de Orlando Figueiredo. Belo Horizonte: Autêntica, 2006. (Coleção Tendências em Educação Matemática).

BELINI, M. M. **A razão áurea e a sequência de Fibonacci**. 2015. 86 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciências) – Instituto de Ciências Matemática e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

BRASIL. Lei nº 10.741, de 01 de outubro de 2003. Dispõe sobre o Estatuto do Idoso e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2003. Disponível em: <http://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/70326/672768.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2018.

CACHIONI, M.; ORDONEZ, T. N. Universidade da Terceira Idade. In: FREITAS, E. V.; PY, L. (org). **Tratado de Geriatria e Gerontologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011. p. 1654-1663.

CRESWELL, J. W. **Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches**. 4. ed. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2014.

DOLL, J. Educação e envelhecimento: fundamentos e perspectivas. **A Terceira Idade: Estudos sobre Envelhecimento**, São Paulo, v. 19, n. 43, p. 7- 26, 2008.

_____.; MACHADO, L. R. O idoso e as Novas Tecnologias. In: FREITAS, E. V.; PY, L. (org). **Tratado de Geriatria e Gerontologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011. p. 1654-1663.

GARCIA, V. C. et al. **O número de ouro com instrumento de aprendizagem significativa no estudo dos números irracionais**. s/d. Disponível em: http://www.mat.ufrgs.br/~vclotilde/disciplinas/html/cultura_matematica_%20numero%20_%20ouro%20.pdf. Acesso em: 06 nov. 2018.

GROSSI, F. C. D. P. **Os diferentes “lugares” que a escola, a leitura, a escrita e a aula de matemática têm na vida dos alunos que estão na terceira idade**. 2014. 185 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de São João Del-Rei, São João Del-Rei, 2014.

JULIO, R. S.; OLIVEIRA, V. C. A. Estranhamento e descentramento na prática de formação de professores de Matemática. **Boletim GEPEM**, Rio de Janeiro, v. 72, p. 112-123, 2018.

_____.; SILVA, G. H. G. **A relação do idoso com a matemática e o efeito de sua participação na ocorrência de depressão e desempenho cognitivo no Projeto de Extensão Conversas Matemáticas**. 2018, 20f. Projeto de Pesquisa – Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, 2018.

LEOPOLDINO, K. S. M. **Sequências de Fibonacci e a razão áurea: Aplicações no Ensino Básico**. 2016. 117 f. Dissertação (Mestrado Profissional de Matemática em Rede Nacional) – Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

LIMA, L. F. D. **Conversas sobre matemática com pessoas idosas viabilizadas por uma ação de extensão universitária**. 2015. 186 f. Tese (doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2015.

LINS, R. C. Por que discutir teoria do conhecimento é relevante para a Educação Matemática. In: BICUDO, M. A. V. (org.) **Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas**. São Paulo: UNESP, 1999. p. 75-94.

LIVIO, M. **Razão áurea: a história de *phi*, um número surpreendente**. Rio de Janeiro: Record, 2006.

MARTORELL, I. et al. Inquiry-Based learning for older people at a University in Spain. **Educational Gerontology**, [s.l.], v. 35, p. 712-731, 2009.

PENTEADO, M. G. Computer-based learning environments: risks and uncertainties for teacher. **Ways of knowing Journal**, [s.l.], v. 1, n. 2, p. 23-35, 2001.

_____; SKOVSMOSE, O. Riscos trazem possibilidades. In: SKOVSMOSE, O. (org.). **Desafios da reflexão em Educação Matemática Crítica**. Tradução de Orlando de Andrade Figueiredo e Jonei Cerqueira Barbosa. Campinas: Papyrus, 2008. p. 41-50. (Coleção Perspectivas em Educação Matemática).

PEREIRA, É. F.; TEIXEIRA, C. S.; SANTOS, A. D. Qualidade de vida: abordagens, conceitos e avaliação. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 241-250, 2012.

PONTE, J. P. D.; BROCARD, J.; OLIVEIRA, H. **Investigações Matemáticas na sala de aula**. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2015. (Coleção Tendências em Educação Matemática).

QUEIROZ, R, M. **Razão áurea: a beleza de uma razão surpreendente**. Programa de Desenvolvimento Educacional. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

ROCHA, A.; PONTE, J. P.; Aprender matemática investigando. **Zetetikê**, Campinas, v. 14, n. 26. p. 29-54, 2006.

SCAGION, M. P. **Representações sociais de pessoas idosas sobre matemática**. 2018. 105 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2018.

SCORTEGAGNA, P. A. **Políticas públicas e a educação para a terceira idade: contornos, controvérsias e possibilidades**. 2010. 187 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2010.

SILVA, G. H. G. **Grupos de estudo como possibilidade de formação de professores de matemática no contexto da geometria dinâmica**. 2010. 191f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.

_____; PENTEADO, M. G. Geometria dinâmica na sala de aula: o desenvolvimento do futuro professor de matemática diante da imprevisibilidade. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 19, n. 2, p. 279-292, 2013.

_____; LIMA, L. F. D. Educação matemática na terceira idade: uma experiência com atividades manipulativas na terceira idade. In: Encontro Paulista de

Educação Matemática (EPEM), 12., 2014, Birigui. **Anais [...]** Birigui: SBEM, 2014. p. 939-947.

_____.; SILVA, N.; JULIO, R. S. Educação Matemática com e para idosos. In: REZENDE, E. G. (org.) **Unati**: história e experiências compartilhadas. Alfenas (MG): UNIFAL-MG, 2017. p. 239-277.

SILVA, N. D.; SILVA, B. B.; SILVA, G. H. G. Educação Matemática e atividades investigativas com pessoas idosas: contribuições para o “raciocínio” e a interação social. In: Congresso Internacional de Ensino de Matemática, 7., 2017, Canoas, RS. **Anais [...]** Canoas, RS: Universidade Luterana do Brasil - ULBRA, 2017. p. 1-13.

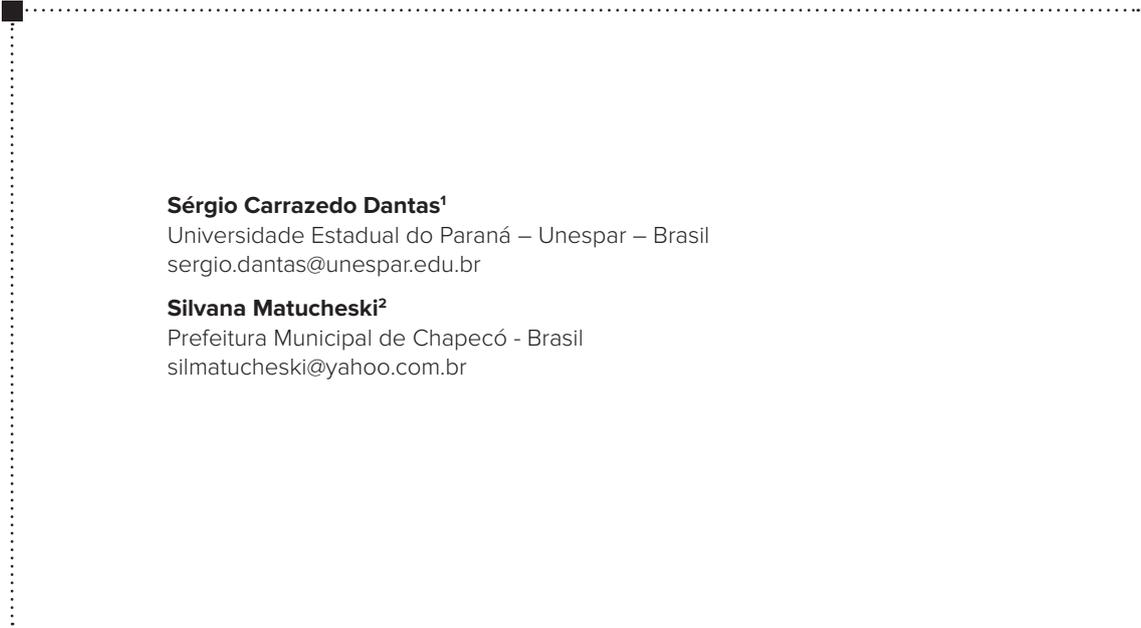
_____. **Educação Matemática com pessoas idosas**: contribuições para a formação inicial de professores de Matemática (em desenvolvimento). Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, (em desenvolvimento).

SKOVSMOSE, O. Cenários para investigação. **Boletim de Educação Matemática (BOLEMA)**, Rio Claro, v. 13, n. 14, p. 66-91, 2000.

_____. **Um convite à educação matemática crítica**. Tradução de Orlando de Andrade Figueiredo. Campinas: Papirus, 2014. (Coleção Perspectivas em Educação Matemática).

_____. O que poderia significar a Educação Matemática Crítica para diferentes grupos de estudantes? **Revista Paranaense de Educação Matemática**, Campo Mourão, v. 6, n. 12, p. 18-37, jul./dez. 2017.

RESOLUÇÃO DE UM PROBLEMA COM O USO DE DIFERENTES FERRAMENTAS DO GEOGEBRA



Sérgio Carrazedo Dantas¹

Universidade Estadual do Paraná – Unespar – Brasil
sergio.dantas@unespar.edu.br

Silvana Matucheski²

Prefeitura Municipal de Chapecó - Brasil
silmatucheski@yahoo.com.br

¹Professor Adjunto II da Universidade Estadual do Paraná – campus Apucarana (Unespar). Doutor em Educação Matemática pela Unesp de Rio Claro.

²Professora da Prefeitura Municipal de Chapecó. Doutora em Educação Matemática pela Unesp de Rio Claro.

RESUMO: Neste texto, apresentamos três caminhos distintos que podem ser percorridos para resolver um mesmo problema de Matemática. Em cada uma das resoluções que descrevemos, utilizamos diferentes ferramentas do software GeoGebra. Partindo dos resultados que foram obtidos em cada caso, explicitamos considerações, provocações e alguns questionamentos sobre educação matemática e sobre modos de produção de significados. Em seguida, apresentamos outras reflexões sobre o exercício que nós, professores de Matemática, realizamos antes e durante a escrita deste texto. Além disso, indicamos algumas possibilidades de trabalho para a sala de aula da Educação Básica e/ou do Ensino Superior e, também, para a formação de professores que ensinam Matemática.

Palavras-chave: GeoGebra, Resolução de Problemas, Produção de Significados.

ABSTRACT: In this paper we present three ways of solving the same mathematical problem. In each of these resolutions we use different tools of GeoGebra. Based on the results obtained in these cases, we present some reflections, provocations and questions about Mathematics Education and about the way of meaning production in each of these ways of solving the problem. Then we present reflections regarding the exercise we mathematics teacher did throughout writing this text. In addition, we indicate some possibilities mathematics classes and mathematics teacher formation.

Keywords: GeoGebra, Problem Solving, Production of Meaning.

1 INTRODUÇÃO

Desde os primeiros anos do Ensino Fundamental os estudantes são colocados em contato com atividades de Matemática. Com o passar do tempo, cada pessoa constrói estratégias próprias para resolver exercícios ou problemas matemáticos propostos em sala de aula ou em outros ambientes. Muitas vezes, essas estratégias singulares – que podem envolver, por exemplo, desenhos, esquemas ou textos breves – são inspiradas pelos modos de Resolução apresentados em sala de aula pelos professores que ensinam Matemática. Por isso, acreditamos que é de fundamental importância que esses profissionais – os professores que ensinam Matemática – sejam instigados a desenvolverem habilidades de Resolução de problemas durante seus processos de formação profissional.

Partindo dessa perspectiva, depois de algumas discussões sobre formação de professores e sobre educação matemática, nós – professores de Matemática –, nos colocamos na seguinte atividade: o primeiro autor deste texto construiria algumas resoluções para um problema, com o auxílio do *software* GeoGebra, e a segunda autora deste texto tentaria compreender cada uma das construções realizadas – não com o objetivo de avaliar tais construções, mas sim de identificar estratégias de Resolução de problemas e o uso de diferentes ferramentas do GeoGebra. Em seguida, discutiríamos os ganhos qualitativos de cada Resolução realizada. Para desenvolver essa ideia, escolhemos uma questão proposta em uma prova da Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (Obmep) e adaptada por professores de um Curso de Extensão voltado à formação de professores quanto à utilização do GeoGebra¹.

Nas próximas seções, apresentaremos o problema escolhido e adaptado, as três resoluções construídas e algumas considerações sobre este estudo.

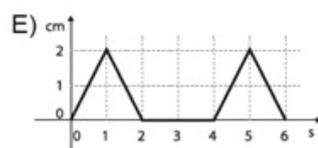
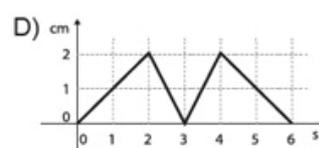
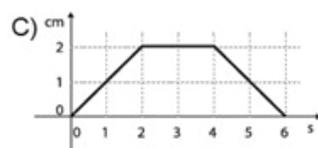
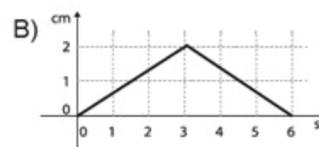
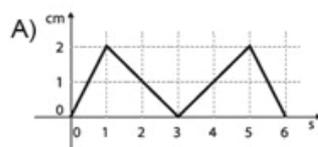
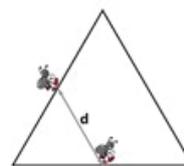
2 PROBLEMA DAS DUAS FORMIGAS

A partir das nossas conversas iniciais sobre a atividade que nos propomos a desenvolver, decidimos utilizar um problema que ainda não tivesse sido resolvido por nós com o auxílio do GeoGebra. Então, escolhemos o problema que, originalmente, tem o seguinte enunciado:

¹Curso de GeoGebra via *web*, oferecido pela Universidade Estadual do Paraná (Unespar) – Campus Apucarana sob a coordenação do primeiro autor deste texto.

Figura 1 - Enunciado de uma questão da Obmep – 2013

Duas formiguinhas partiram ao mesmo tempo e em direções diferentes de um mesmo vértice de um triângulo equilátero de lado 2 cm. Elas andaram sobre os lados do triângulo à velocidade de 1 cm/s, até retornar ao vértice inicial. Qual dos gráficos abaixo descreve a distância d entre as duas formiguinhas em função do tempo?



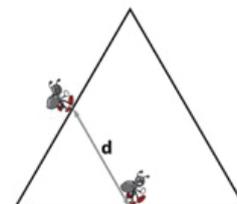
Fonte: Obmep, 2013, p. 3.

Como já anunciamos, esse problema teve seu enunciado adaptado para que pudesse ser utilizado em um Curso de GeoGebra. Trabalhamos, então, com o seguinte enunciado adaptado:

Figura 2 - Enunciado adaptado do problema

Duas formigas partiram ao mesmo tempo e em direções diferentes de um mesmo vértice de um triângulo equilátero de lado 2 cm. Elas caminharam sobre os lados do triângulo à velocidade de 1 cm/s, até retornar ao vértice inicial. Construa o gráfico que descreve a distância d entre as duas formigas em função do tempo.

Resolva esse mesmo problema considerando um polígono regular de n lados.



Fonte: autores do texto

Fonte: Curso de GeoGebra, 2017.

Tais adaptações no enunciado da questão se justificam pela mudança de mídia em que o problema seria resolvido. Na Obmep, os estudantes de Ensino Médio teriam como recursos disponíveis para Resolução apenas papel, lápis e borracha – além disso, os gráficos já estavam dados e seria necessário apenas apontar a resposta correta. As pessoas envolvidas no Curso de GeoGebra – estudantes de Licenciatura em Matemática ou professores de Matemática – poderiam utilizar as mais diversas ferramentas que o *software* oferece e teriam uma semana para realizar e discutir suas construções. Em nossa ativi-

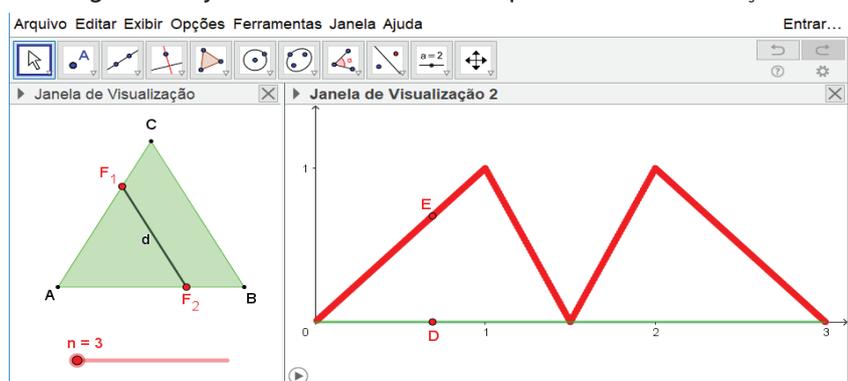
dade – proposta por nós e para nós – também teríamos todas as ferramentas do GeoGebra à disposição, além do tempo que fosse necessário para que realizássemos nosso estudo.

Na sequência deste texto, discutiremos as diversas produções de significados relacionadas a cada construção realizada em nossa atividade. Além disso, apresentaremos algumas considerações sobre a importância da utilização de diferentes modos de investigar e resolver problemas de Matemática na formação de professores que ensinam Matemática.

3 RESOLUÇÃO 1

A primeira Resolução² do problema, construída em nossa atividade, nos apresenta a seguinte imagem:

Figura 3 - Layout do GeoGebra com o arquivo relativo à Resolução 1



Fonte: Figura elaborada pelos autores, 2018.

Para chegar a esse resultado, foram utilizados os seguintes passos:

- 1) Como havia a intenção de se obter um polígono regular nessa Resolução, construímos um controle deslizante n , de valores inteiros positivos de 3 a 15, com incremento 1 – esse controle permite que o número de lados do polígono seja alterado, atendendo assim ao enunciado do problema.
- 2) Construímos um polígono regular por dois pontos, A e B, e com n lados – sendo que esse n corresponde ao controle deslizante anteriormente construído.
- 3) Para representar as duas *formigas*, construímos dois pontos sobre o polígono – com a ferramenta ponto em objeto – e os renomeamos como F₁ e F₂ (cujo resultado em tela foi F₁ e F₂).
- 4) Em seguida, construímos um segmento d por F₁ e F₂, para representar a distância entre as duas *formigas*.

² Arquivo disponível para download em: <http://www.ogeogebra.com.br/permanente/resolucao1.php>.

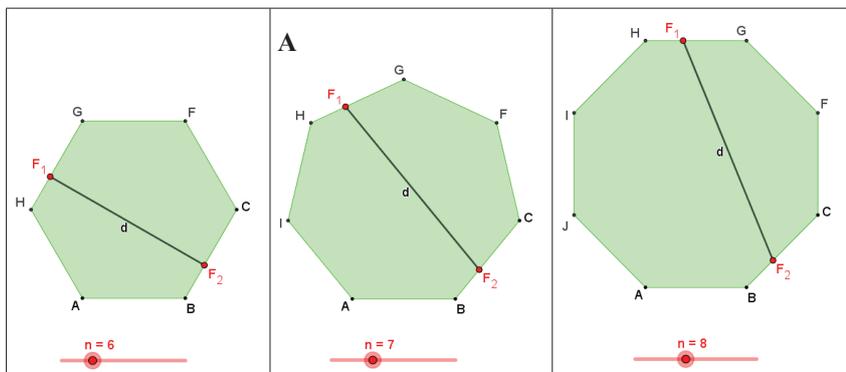
- 5) Posicionamos os pontos F1 e F2 sobre o ponto A, para que as *formigas* ficassem sobre o ponto inicial do trajeto que teriam que percorrer.
- 6) Abrimos a Janela de Visualização 2 e construímos um segmento, sobre o eixo x, de medida igual ao perímetro do polígono regular. Para isso, utilizamos o seguinte comando: $q = \text{Segmento}((0,0), (\text{Perímetro}(\text{pol1}), 0))$ – esse segmento representa a distância percorrida pelas *formigas* em uma volta pelo polígono regular.
- 7) Construímos um ponto D sobre o segmento q. Em seguida, o posicionamos sobre a coordenada (0, 0) – esse ponto indica a distância entre as duas *formigas*, por isso ele deve ser posicionado na origem, que é a posição inicial.
- 8) Como temos a intenção de desenhar o gráfico que representa a distância entre as duas *formigas*, precisamos construir um vetor para transladar o ponto D, pois, no próximo passo, utilizaremos um comando que translada um objeto em uma distância, uma direção e um sentido indicados por um vetor. Então, construímos o vetor $u = \text{Vetor}((0, d))$.
- 9) Para obter uma translação do ponto D pelo vetor u, escrevemos o seguinte comando: $E = \text{Transladar}(D, u)$.
- 10) Habilitamos o rastro de E – isso permitirá que, à medida em que o ponto mudar de posição, fiquem registradas imagens do ponto que marcam o seu trajeto.
- 11) Selecionamos os pontos F1, F2 e E e animamos os três simultaneamente. Assim o gráfico foi traçado.
- 12) Para visualizar a solução para outros polígonos, alteramos o valor do controle deslizante n.

O processo de construção, descrito acima, estabelece certas conexões entre tópicos de Aritmética, Grandezas e Medidas e Geometria. Por exemplo: na Janela de Visualização 1 foi construído um polígono regular que pode ser reconfigurado a partir de um controlador numérico que varia de 3 a 15. E, a partir de medidas indicadas no polígono, obtemos um gráfico plotado em um plano cartesiano.

A possibilidade de reconfiguração do polígono, via controle deslizante, permite verificarmos como a distância dos pontos F1 e F2 se comporta em diferentes polígonos regulares. A partir desse recurso, podemos, por exemplo, questionar e investigar o que acontece com a distância entre as *formigas* quando consideramos polígonos regulares em que a quantidade de lados é ímpar; ou o que ocorre com a distância entre as *formigas* quando olhamos para polígonos regulares em que a quantidade de lados é par. Além disso, como o gráfico

é representado na segunda janela de visualização gráfica do *software*, a cada nova configuração do polígono quanto à quantidade de lados, podemos explorar possibilidades de conexões entre medidas, formas e funções.

Figura 4 – Reconfiguração do polígono regular para 6, 7 e 8 lados



Fonte: Figura elaborada pelos autores, 2018.

Durante o processo de construção, nos passos 5 e 7, orientamos que os pontos F1 e F2 fossem reposicionados sobre o vértice A do polígono regular, e que o ponto D ficasse sobre a coordenada (0, 0); e, no passo 11, indicamos que esses três pontos devem ser animados simultaneamente. Essas orientações se justificam pelo seguinte motivo: não há dependência entre esses pontos, mas, quando os animamos conjuntamente, conseguimos visualizar um movimento sincronizado desses objetos e isso atende ao enunciado do problema. Isso ocorre porque, no processo de construção, o GeoGebra atribui, por padrão, a velocidade de 1 unidade por unidade de tempo a cada objeto que pode ser animado, ou seja, aqueles objetos que são construídos sobre certos caminhos, como é o caso desses pontos mencionados.

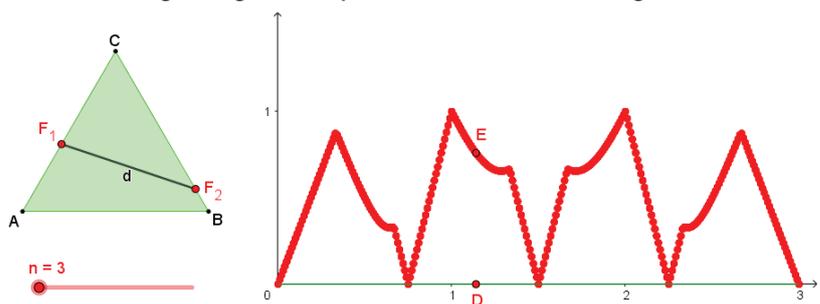
Há ainda outra questão importante a ser explorada nessa construção: a dependência e a não dependência dos pontos construídos em relação a outros objetos. Por exemplo: os pontos A e B são pontos livres, pois não foram construídos sobre outros objetos. Já os pontos C, D e E são pontos dependentes de certos objetos. Para verificar tal relação de dependência, basta clicar com o botão direito do *mouse* sobre cada objeto, escolher a opção “Propriedades”, em seguida acessar a aba “Básico” e visualizar a caixa “Definição”. Embora essas dependências possam ser compreendidas a partir dos passos da construção realizada, investigar como o *software* descreve tais dependências permite compreender a linguagem interna do programa. Assim, durante a realização de novas construções, podemos escolher construir certos objetos utilizando as ferramentas iconográficas do GeoGebra ou descrevendo-as por meio de comandos digitados no Campo de Entrada, conforme realizado em alguns passos da Resolução 1 (Passos 6, 8 e 9). Essa recomendação não é pensada apenas a partir de um mero capricho de utilização do programa. Tra-

ta-se da apresentação de uma variação de modos de uso do *software* e da exploração de diferentes linguagens internas do programa para obter resultados às vezes idênticos ou aparentemente idênticos.

Apresentar e explicitar diferentes formas de construção e descrição de objetos matemáticos no GeoGebra e tematizar isso durante o uso do programa em aulas de Matemática, segundo nossa compreensão e experiência de utilização do programa, pode criar um cenário propício para discutir com os estudantes algumas razões de em certas áreas do conhecimento humano, Matemática e Computação por exemplo, serem empregadas linguagens heréticas e simbólicas na definição e/ou construção dos objetos de estudo.

A partir da Resolução 1 que apresentamos neste texto, poderíamos problematizar outras situações em sala de aula: “Se a velocidade da *Formiga 1* fosse o dobro da velocidade da *Formiga 2*, como seria o gráfico da distância percorrida por elas até que as duas se reencontrassem no ponto A? E se a velocidade da *Formiga 1* fosse o triplo da velocidade da *Formiga 2*, o gráfico seria alterado?”... Para responder essas questões, poderíamos explorar algumas propriedades de objetos, do seguinte modo: clicando com o botão direito do *mouse* sobre F1 teríamos acesso às suas propriedades, depois clicando na aba “Álgebra” poderíamos modificar a velocidade para 2, 3, 4... Em seguida, bastaria reposicionar os pontos F1, F2 e D em suas posições iniciais e reaninhar a construção, clicando no ícone “Reproduzir”. Partindo das visualizações gráficas oriundas de cada hipótese testada, o trabalho poderia se concentrar na obtenção de uma expressão algébrica para a função obtida em intervalos específicos, quando isso fosse possível.

Figura 5. Gráfico da distância entre as formigas quando a velocidade da Formiga 1 é igual ao triplo da velocidade da Formiga 2

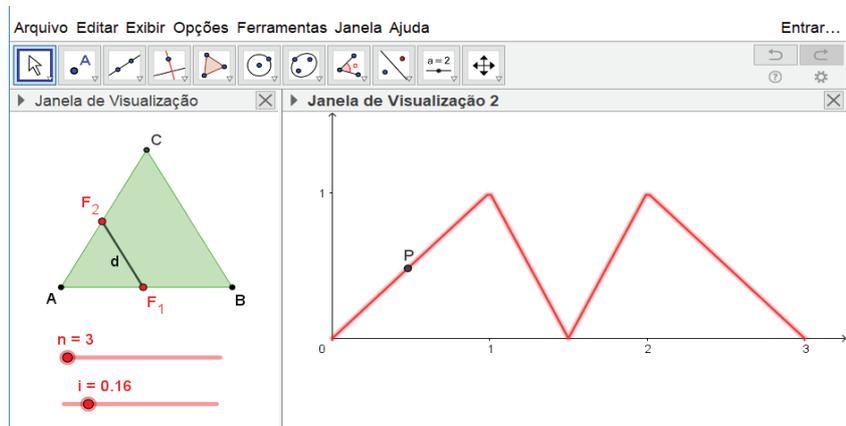


Fonte: Figura elaborada pelos autores, 2018.

4 RESOLUÇÃO 2

A segunda Resolução³ realizada, em nossa atividade, tem alguns elementos diferentes em relação à primeira construção que apresentamos, como podemos ver na imagem a seguir:

Figura 6 – Layout do GeoGebra com o arquivo relativo à Resolução 2



Fonte: Figura elaborada pelos autores, 2018.

Para alcançarmos esse resultado na Janela de Visualização do GeoGebra, fizemos a construção a partir do seguinte roteiro:

- 3) Construímos um controle deslizante n de valores inteiros positivos de 3 a 15, com incremento 1, para que possamos, posteriormente, construir um polígono regular de n lados – atendendo ao enunciado do problema.
- 4) Como pretendíamos utilizar um comando para obter o polígono regular nessa Resolução, construímos os pontos $A = (0, 0)$ e $B = (1, 0)$.
- 5) Utilizamos o comando $\text{Polígono}(A, B, n)$ para construir o polígono regular de n lados – por onde as formigas caminhariam.
- 6) Construímos um controle deslizante i variando de 0 a 1 com incremento 0,01, para construir, na sequência, os pontos que representariam as duas formigas do problema.
- 7) Utilizamos os comandos $F_1 = \text{Ponto}(\text{pol1}, i)$ e $F_2 = \text{Ponto}(\text{pol1}, 1 - i)$ para construir os dois pontos que representam as formigas – lembrando que esses pontos devem estar localizados sobre o polígono regular.
- 8) Construímos um segmento d por F_1 e F_2 , para representar a distância entre as duas formigas.
- 9) Exibimos a Janela de Visualização 2 do GeoGebra e construímos um ponto com o comando: $P = (i * n * \text{Distância}[A, B], d)$ – esse comando determinará pontos do gráfico.
- 10) Construímos um lugar geométrico, com o comando $\text{LugarGeométrico}[P, i]$, para obtermos o gráfico da distância entre F_1 e F_2 .

³ Arquivo disponível para download em: <http://www.ogeogebra.com.br/permanente/resolucao2.php>.

Nessa construção, fizemos o uso de ferramentas e comandos distintos daqueles utilizados na Resolução 1, apresentada na seção anterior deste texto. As escolhas desses recursos não ocorreram por acaso. No passo 5, por exemplo, utilizamos o comando Ponto(<Objeto>, <Parâmetro>) para obtermos os pontos F1 e F2 sobre o contorno do polígono (pol1) em uma posição determinada pela entrada *Parâmetro*, e, nessa entrada, na determinação de F1, utilizamos um controle deslizante *i* com mínimo 0 e máximo 1. Em outras palavras: quando utilizamos esse comando do GeoGebra, o perímetro do polígono é processado internamente pelo *software* com uma unidade *e*, desse modo, quando o “Parâmetro” assume valores de 0 a 1, o ponto F1 percorre todo o contorno do polígono em sentido anti-horário, pois o polígono foi construído “indo” do ponto A para o ponto, B. Já o ponto F2 percorre o polígono em sentido contrário ao de F1 e em igual distância, pois seu parâmetro, $1 - i$, corresponde ao complementar do parâmetro de F1. Dito de outro modo: quando o comando Ponto(<Objeto>, <Parâmetro>) é aplicado a um polígono, ele parametriza a curva não suave que corresponde ao contorno do polígono no intervalo $[0, 1]$. Isso permite que a posição do ponto sobre a curva seja controlada por meio de um processo numérico, substituindo a realização de uma construção geométrica. Assim, podemos dizer que isso se trata de uma economia de procedimentos, que permite concentrar o trabalho e o foco de análise nas questões suscitadas pelo problema.

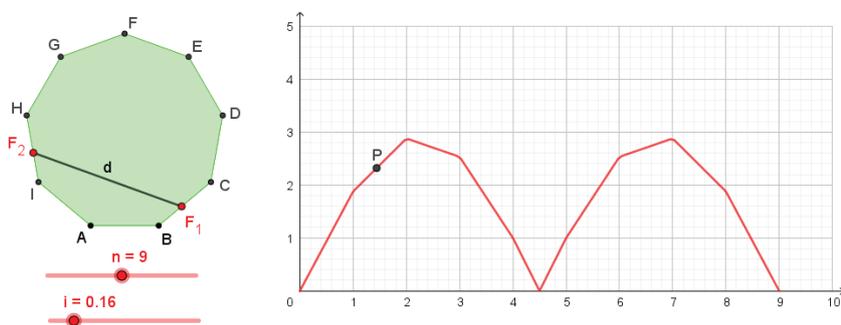
Já a definição do ponto $P = (i \cdot n \cdot \text{Distância}[A, B], d)$ sintetiza uma relação funcional entre duas grandezas. A variável dependente *d* (distância entre F1 e F2) está em função da distância percorrida pela *formiga 1* (ou pela *formiga 2*). Em outras palavras, o produto $n \cdot \text{Distância}[A, B]$ corresponde ao perímetro do polígono, pois trata-se de um polígono regular de *n* lados e de comprimento AB. Ao multiplicarmos $n \cdot \text{Distância}[A, B]$ por *i* obtemos a distância percorrida por cada *formiga* sobre o contorno do polígono. Além disso, como o ponto P é definido por duas grandezas que mantêm uma dependência funcional, a partir desse ponto é possível construir um gráfico que descreve as “coordenadas virtuais” ocupadas por ele, ou seja, o traçado da figura é o lugar geométrico do ponto P.

Na Resolução 1, cada vez que alteramos a quantidade de lados do polígono é necessário reposicionar os pontos em suas posições iniciais e reproduzir novamente a animação para que o caminho realizado pelo ponto redesenhe o gráfico. Na Resolução 2, não é necessária a animação, pois o lugar geométrico é redefinido, instantaneamente, em virtude dos novos valores de *n*.

Consideramos que, nesta construção, há um ganho qualitativo no trabalho de investigação das distâncias dos pontos F1 e F2 em relação ao que pode ser

feito na Resolução 1, uma vez que é possível transitar facilmente entre um gráfico e outro.

Figura 7 - Lugar geométrico das distâncias de F_1 e F_2 a partir de um polígono de 9 lados

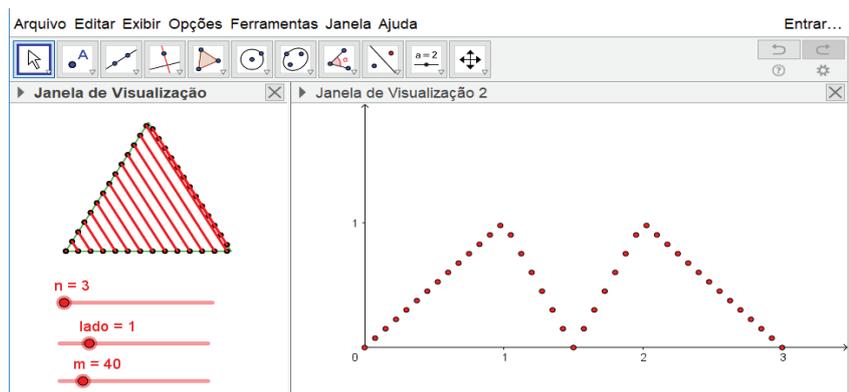


Fonte: Figura elaborada pelos autores, 2018.

5 RESOLUÇÃO 3

A terceira Resolução⁴ construída, em nossa atividade, mostra a seguinte imagem:

Figura 8 - Layout do GeoGebra com o arquivo relativo à Resolução 3



Fonte: Figura elaborada pelos autores, 2018.

Para conseguir esse resultado na construção realizada, utilizamos os passos a seguir:

- 1) Com o intuito de obtermos, posteriormente, um polígono regular de n lados, construímos um controle deslizante n de 3 a 15 com incremento 1 – que possibilitará que a quantidade de lados do polígono regular seja alterada.
- 2) Para definirmos a medida de comprimento dos lados do polígono regular que planejamos obter, construímos um controle deslizante com valor mínimo 0, valor máximo 5 e incremento 0,1.

⁴Arquivo disponível para download em: <http://www.ogeogebra.com.br/permanente/resolucao3.php>.

Com o comando `pol1 = Polígono((0, 0), (lado, 0), n)` construímos um polígono regular de n lados (com a possibilidade de alterarmos as medidas de seus lados).

Construímos um controle deslizante m variando de 1 a 250 com incremento 1 – a função desse controle é determinar a quantidade de pontos que serão construídos sobre o contorno do polígono regular.

Com o comando `L1 = Sequência(Ponto(pol1, i), i, 0, 1, 1/m)`, construímos m pontos igualmente espaçados sobre o perímetro do polígono regular.

Para obtermos uma lista com os mesmos pontos da lista anterior, mas na ordem inversa, utilizamos o comando `L2 = Reverter(L1)`.

A fim de obtermos uma lista que represente a distância das *formigas* em diferentes instantes, construímos uma terceira lista, utilizando o comando `L3 = Sequência(Segmento(L1(i), L2(i)), i, 1, m+1)`.

Exibimos a Janela de Visualização 2 e digitamos o comando `L4 = Sequência((i*n*lado / m, L3(i + 1)), i, 0, m)` para desenhar o gráfico.

No processo de construção da Resolução 3, descrito acima, utilizamos o comando `sequência` nas duas sintaxes a seguir:

`Sequência(<Expressão>, <Variável>, <Valor Inicial>, <Valor Final>);`

`Sequência(<Expressão>, <Variável>, <Valor Inicial>, <Valor Final>, <Incremento>).`

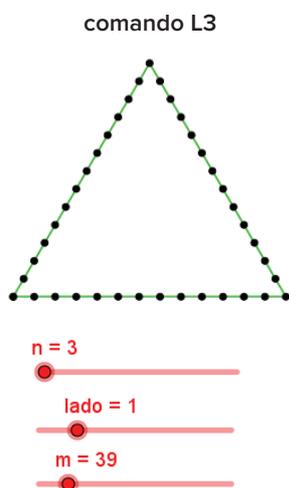
Este comando interno do GeoGebra funciona como um “*loop for*” que, nos termos de linguagens de programação, trata-se de uma instrução de fluxo de controle para determinar que uma certa instrução ou um conjunto de instruções deve ser executado repetidas vezes.

Assim, quando utilizamos, no passo 5, o comando `Sequência, L1 = Sequência(Ponto(pol1, i), i, 0, 1, 1/m)`, nossa intenção era utilizar repetições para construir um conjunto de m pontos sobre o contorno do polígono regular (`pol1`). Nesse caso, o primeiro parâmetro, `<Expressão>`, foi substituído pelo comando `Ponto(pol1, i)`, que construiu pontos sobre o objeto `pol1` e os distribuiu sobre seu contorno de acordo com os valores assumidos pela variável i . O segundo parâmetro, `<Variável>`, foi substituído por i , informando assim, ao processamento interno do GeoGebra, o nome da variável. Os três próximos parâmetros – `<Valor Inicial>`, `<Valor Final>`, `<Incremento>` – descrevem como a variável se comporta no que diz respeito ao seu valor inicial, seu valor final e sua razão de crescimento (ou decrescimento). Em outras palavras, o GeoGebra permite que seja utilizado um princípio de iteração, habitualmente empregado

em linguagens de programação, para construir sequências de números, de expressões algébricas e, até mesmo, uma lista de objetos geométricos com o emprego do comando Sequência.

Voltando aos passos da Resolução 3, o próximo uso do comando Sequência aconteceu no passo 7 da construção, quando precisamos da lista de objetos $L3 = \text{Sequência}(\text{Segmento}(L1(i), L2(i)), i, 1, m+1)$. Mais uma vez, utilizamos um comando no parâmetro <Expressão>: $\text{Segmento}(L1(i), L2(i))$; e esse comando “ $\text{Segmento}(\text{<Ponto>, <Ponto>)$ ”, como o próprio nome informa, possibilita que sejam construídos segmentos a partir de dois pontos. Podemos notar, porém, que os pontos extremos são $L1(i)$ e $L2(i)$. Trata-se de dois comandos para obtermos elementos de outros objetos. Por exemplo: $L1(5)$ obtém o 5º elemento da lista de nome L1. Ou seja, $L1(i)$ retorna o elemento de ordem i da lista L1 e $L2(i)$, de igual modo, retorna o elemento de ordem i da lista L2. Como ilustração disso, considere a Figura 9 a seguir:

Figura 9 – Construção de pontos sobre o contorno do polígono (pol1) com o



Fonte: Figura elaborada pelos autores, 2018.

Note que, a partir do controle de repetição próprio do comando Sequência, obtemos 39 pontos sobre o contorno de pol1, dadas as configurações apresentadas na Figura 9.

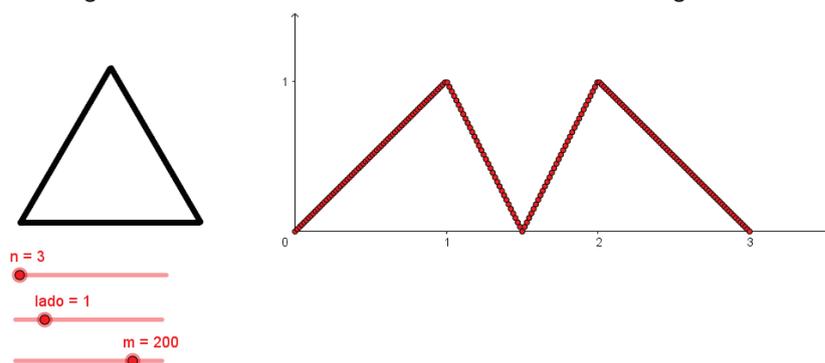
Na sintaxe que constrói o objeto L3 há mais um princípio “emprestado” da área de conhecimento de Programação que merece destaque: a estrutura de L3 é composta por um comando Sequência cuja expressão é um comando Segmento, cujos parâmetros são comandos para retirar elementos (pontos) das listas L1 e L2 previamente construídas. Nesse processo, chamado de **aninhar comandos**, um comando serve como parâmetro interno de outro comando e, com isso, é realizada uma série de operações recursivas sobre objetos construídos pelo usuário, resultando em uma minimização do processo de construção e economia de memória do dispositivo.

Por fim, o comando $L4 = \text{Sequência}((i * n * \text{lado} / m, L3(i + 1)), i, 0, m)$ permite obter pares ordenados na Janela de Visualização 2 em que a abscissa corresponde ao deslocamento da *formiga 1* (ou da *formiga 2*) sobre o polígono (pol1) e a ordenada corresponde à medida de um segmento que liga uma *formiga* à outra *formiga* em um “instante” i .

A análise do gráfico plotado na Figura 8 e na Figura 10 e o processo de construção, demonstram que o problema foi resolvido por meio de processos recursivos e utilizando-se de variáveis inteiras (discretas). Porém, podemos diminuir significativamente as distâncias entre os pontos desde que m seja suficientemente “grande” para produzir uma “aparente continuidade” caso seja necessário, daí o motivo de o controle deslizante m poder assumir valores de 0 a 250.

Para nós, essa possibilidade de construção permite, em conjunto com a Resolução 2, produzir reflexões sobre tratamentos discretos e contínuos de problemas de Matemática. Além disso, permite por em jogo a conexão entre áreas distintas como Matemática e Programação na Resolução de problemas que, habitualmente, são resolvidos por meio de abordagens puramente algébricas.

Figura 10 - Gráfico discreto das distâncias entre as Formigas 1 e 2



Fonte: Figura elaborada pelos autores, 2018.

6 PRODUZINDO SIGNIFICADOS E PROVOCAÇÕES

Nós, autores deste texto e professores de Matemática, não decidimos desenvolver este estudo de modo ingênuo. Desde as primeiras conversas a respeito desta atividade, sabíamos que era necessário causar um **estranhamento** em nós mesmos e nos leitores. Por isso, como já relatamos, escolhemos um problema que ainda não havíamos resolvido com o uso do GeoGebra. Além disso, estabelecemos que um autor do texto faria o exercício de construir algumas resoluções para o problema, utilizando ferramentas distintas do *software*, e que a outra autora do texto teria a tarefa de compreender e problematizar o uso de algumas ferramentas do GeoGebra utilizadas nas resoluções apresentadas por seu colega – inclusive por não ter afinidades com a lingua-

gem interna do *software* e/ou com linguagem de programação. Assim, estabelecemos que seríamos **interlocutores** um do outro, posto que quando um autor falasse algo em direção ao seu interlocutor, o outro autor, acreditamos, aceitaria aquela **justificação** e diria o mesmo que o primeiro disse, e, nesse processo, estaríamos autorizados a falar o que falamos um ao outro. Desse modo, poderíamos **produzir significados** a partir das **diferenças** existentes entre nós – das *pequenas diferenças* que existem entre nós, professores de Matemática, diferenças essas que muitas vezes nos escapam – e que motivam nossa **interação**.⁵

Podemos dizer que a **atividade** que nos propomos a realizar se subdividiu em outras atividades. Ao se colocar à disposição para resolver o problema escolhido, com auxílio do GeoGebra, o primeiro autor deste texto tinha a **necessidade** de encontrar soluções distintas para um problema – utilizando um *software* específico –, para que fosse possível construir certo tipo de **objeto**, que, por sua vez, era o **motivo** da realização da atividade. Depois, a segunda autora deste texto tinha a **necessidade** de estudar três resoluções distintas para o mesmo problema, para que elaborasse compreensões sobre elas e as problematizasse – ou seja, esses eram os objetivos da atividade, o seu **objeto** –, e essas ações se caracterizaram como o **motivo** da atividade realizada. Depois que essas duas atividades foram realizadas, estabelecemos outra atividade: escrever um texto sobre o nosso estudo. Passamos, então a ter a **necessidade** de nos organizar para elaborar um texto em co-autoria, para que obtivéssemos um texto – escrito por nós – como **objeto**, que era o **motivo**, ou seja, o que nos estimulava a realizar esta atividade.⁶

Quando começamos a escrever este texto, estabelecemos novos **interlocutores**: os professores que ensinam Matemática e os estudantes de Licenciatura em Matemática ou em Pedagogia. Ou seja, nós escrevemos em direção a esses indivíduos. No entanto, durante o processo de elaboração do texto, entre várias idas e vindas, em muitos momentos nosso interlocutor foi o nosso co-autor, pois precisávamos *endereçar* questionamentos um ao outro a fim de compreender alguns **resíduos de enunciação** que demandavam **produção de significados** – isso aconteceu, por exemplo, quando havia um **estranhamento** em relação às imagens das construções realizadas no GeoGebra ou às descrições de passos das construções. Em outras situações, éramos nossos próprios interlocutores, pois precisávamos produzir significados a partir de um resíduo de enunciação produzido por nós mesmos – por exemplo: em casos particulares, foi necessário justificar para nós mesmos porque usamos uma ou

⁵ Neste parágrafo, falamos a partir das nossas apropriações do Modelo dos Campos Semânticos de Lins e Gimenez (1997) e Lins (1999; 2002; 2004; 2005; 2008; 2012).

⁶ Neste parágrafo, falamos a partir das nossas apropriações sobre atividade no sentido apresentado em Leontiev (1978) e em Asbahr (2005).

outra ferramenta do GeoGebra; ou o que nos levou a escrever determinadas frases no texto. Nesse processo de escrita em co-autoria, por diversas vezes, o **descentramento** fez-se presente, posto que precisávamos nos tornar sensíveis ao estranhamento de nosso colega (co-autor). Além disso, fizemos o exercício de tentar nos colocar no lugar dos nossos interlocutores – professores de Matemática e estudantes de Licenciatura em Matemática e em Pedagogia. Uma de nossas intenções foi apresentar resoluções que causassem **estranhamentos** no leitor, pois falamos de modos de produção de significados e de conhecimentos a partir de Resolução de problemas que não são comuns ao que se pratica em aulas de Matemática. Outra intenção foi utilizar de uma linguagem “objetiva” para “falar” de nossas escolhas e de ações enquanto resolvíamos o problema para que, após os momentos de estranhamento, nossos leitores pudessem **produzir significados** para novas formas de falar de coisas da Matemática escolar sem utilizar dos modos de produção, das normas e do vocabulário comum às aulas de Matemática.⁷

7 OUTRAS CONSIDERAÇÕES

As ferramentas disponíveis no GeoGebra permitiram que construíssemos⁸ três resoluções bastante distintas entre si para o mesmo problema. Isso, por si só, nos fornece indícios de que a Resolução de problemas é um método importante a ser utilizado em disciplinas de cursos de licenciatura. Ao explorar possibilidades de uso de ferramentas distintas de um *software*, os professores podem instigar seus alunos a investigarem problemas e a produzirem significados sobre objetos distintos a partir de um mesmo enunciado.

Consideramos relevante ressaltar que as três resoluções apresentadas neste texto constituem objetos distintos, pois são frutos de diferentes enunciações do autor e se materializam via diferentes recursos e diferentes combinações de ferramentas de um *software*. Sendo assim, não temos a intenção de comparar as resoluções apresentadas. Entendemos que cada Resolução é **única** e, por isso, pode ser utilizada como elemento disparador de discussões sobre o problema proposto. Também não temos a intenção de comparar as resoluções contruídas com o GeoGebra e resoluções que podem ser realizadas em outras mídias ou com o auxílio de outras mídias.

Esperamos que as reflexões e/ou provocações apresentadas neste texto levem nossos leitores a pensarem sobre a formação de professores que ensinam Matemática considerando a Resolução de problemas de Matemática como um método possível e acessível. Compreendemos ainda que, nos am-

⁷ Ver nota de rodapé nº 4.

⁸ Embora o primeiro autor do texto seja o responsável pela elaboração das construções, a segunda autora do texto também realizou as três construções a fim de problematizar as soluções encontradas e de produzir significados sobre as mesmas.

bientes de formação de professores que ensinam Matemática, devem estar presentes vários modos legítimos de se produzir significados – sejam os modos habituais de conteúdo matemático praticado nas aulas dos cursos de licenciaturas, sejam os modos próprios da Matemática escolar da Educação Básica, sejam os modos de resolver problemas matemáticos via *softwares* como o GeoGebra (que parecem ainda não autorizados nas práticas escolares).

Defendemos também que é necessário aprender mais Matemática, porém, em um sentido qualitativo e não em um sentido quantitativo. Essa nossa perspectiva é inspirada na seguinte afirmação:

Desde o tempo de minha graduação, defendo que o professor precisa saber *mais*, e não *menos* Matemática, mas sempre esclarecendo que este *mais* não se refere a mais conteúdo, e sim a um *entendimento*, uma *lucidez* maior, e isto inclui, necessariamente, a compreensão de que *mesmo dentro da Matemática do matemático* produzimos significados diferentes para o que *parece* ser a mesma coisa (LINS, 2005, p. 119).

Os cursos voltados à formação de professores – sejam eles de conteúdo matemático, de conteúdo didático, técnico ou de qualquer outro conteúdo – devem oferecer, ao futuro professor e aos professores em atividade, a possibilidade de ampliação de horizontes quanto a Resolução de problemas e não somente uma preparação técnica em uma direção específica (LINS, 2005). Assim, esperamos que este texto contribua, de algum modo, para as discussões pertinentes à formação de professores que ensinam Matemática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

OBMEP. **9ª Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas**. 2013. Disponível em: http://www.obmep.org.br/provas_static/pf1n3-2013.pdf. Acesso em: 31 out. 2018.

ASBAHR, F. S. F. A pesquisa sobre a atividade pedagógica: contribuições da teoria da atividade. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 29, p. 108-118, maio/jun./jul. 2005. Disponível em: www.scielo.br/pdf/rbedu/n29/n29a09. Acesso em: 31 ago. 2018.

CURSO DE GEOGEBRA. 12. ed. Apucarana: Universidade Estadual do Paraná (Unespar), 2017. [Manuscrito].

LEONTIEV, A. **O desenvolvimento do psiquismo**. Lisboa: Horizonte Universitário, 1978.

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

_____. Porque discutir teoria do conhecimento é relevante para a Educação Matemática. In: BICUDO, M. A. V. **Pesquisa em Educação Matemática: Concepções e Perspectivas**. São Paulo: Editora UNESP, 1999. p. 75 – 94.

_____. **Análise Sistemática e crítica da produção acadêmica e da trajetória profissional**. 2002. 87p. Tese (Livre Docência) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.

_____. Matemática, monstros, significados e educação matemática. In: BICUDO, M. A. V.; BORBA, M. C. (org.). **Educação Matemática: pesquisa em movimento**. São Paulo: Cortez, 2004. p. 92 - 120.

_____. A formação pedagógica em disciplinas de conteúdo matemático nas licenciaturas em Matemática. **Revista de Educação**, Campinas, n. 18, p. 117-123. 2005.

_____. **Design e Implementação de um programa de formação continuada de professores de Matemática**. Projeto de pesquisa apresentado ao CNPq para obtenção de bolsa-produtividade. 2008.

_____. O Modelo dos Campos Semânticos: estabelecimentos e notas de teorizações. In: ANGELO, C. L. et al. **Modelo dos campos semânticos e educação matemática: 20 anos de história**. São Paulo: Midiograf, 2012. p. 10-20.

UMA INVESTIGAÇÃO COM PROFESSORES DE MATEMÁTICA E SUA LEITURA DOS RESULTADOS DAS AVALIAÇÕES EM LARGA ESCALA (PROEB)

Marco Aurélio Kistemann Júnior¹

Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF – Brasil
kistemann1972@gmail.com

Carolina de Lima Gouvêa²

Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF – Brasil
pesquisadepontaufjf@gmail.com

¹ Doutor em Educação Matemática (Unesp-Rio Claro-SP) e docente do Programa de Pós-graduação em Gestão e Avaliação da Educação Pública-Caed-UFJF.

² Mestre em Educação Matemática (UFJF) e Especialista e Pesquisadora-Caed-UFJF.

RESUMO: Esta investigação objetivou explicitar as principais dúvidas apresentadas por professores de Matemática na leitura e interpretação dos resultados das avaliações do Programa de Avaliação da Rede Pública de Educação Básica (Proeb), que faz parte do Sistema Mineiro de Avaliação da Educação Pública (Simave), e ocorrem no Ensino Fundamental e Médio do Estado de Minas Gerais (MG). Buscou-se, assim, ouvir os professores e auxiliar nas principais dúvidas com relação aos resultados ligados às avaliações em larga escala. A partir da pergunta diretriz da pesquisa: “Quais as principais dúvidas apresentadas pelos professores de Matemática na leitura e interpretação dos resultados relacionados às avaliações em larga escala que são apresentados nas revistas de divulgação do Simave/Proeb?” concluímos, a partir dos dados produzidos na pesquisa que, de acordo com os professores entrevistados, muitos não têm conhecimento dos resultados ou mesmo das revistas pedagógicas, ou seja, todos os dados apresentados nas revistas causam dúvidas nos professores. A partir da conclusão da investigação, elaboramos um produto educacional apresentado neste artigo.

Palavras-Chave: Avaliação em Larga Escala. Resultados. Simave/Proeb.

ABSTRACT: This research aimed to explain the main doubts presented by teachers of Mathematics in reading and interpreting the results of evaluations of the Evaluation Program of the Public Basic Education Network (Proeb), which is part of the Mineiro Evaluation System of Public Education (Simave), and they occur in the Elementary and Middle School of the State of Minas Gerais (MG). The aim was to listen to the teachers and to assist in the main doubts regarding the results related to the large-scale evaluations. From the guiding question of the research: "What are the main doubts presented by mathematics teachers in reading and interpreting the results related to the large-scale evaluations that are presented in the Simave / Proeb dissemination journals?" We conclude from the data produced in according to the teachers interviewed, many are not aware of the results or even of the pedagogical journals, that is, all the data presented in the magazines cause doubts in the teachers. From the conclusion of the research, we elaborated an educational product presented in this article.

Keywords: Large-scale evaluation. Results. Simave/Proeb.

1 INTRODUÇÃO

Este artigo busca apresentar discussões acerca da Avaliação em Larga Escala, num dado contexto e investigar os entendimentos dos professores de Matemática, acerca de tais avaliações, em particular as principais dúvidas apresentadas por esses professores na leitura e interpretação dos resultados das avaliações do Programa de Avaliação da Rede Pública de Educação Básica (Proeb), que faz parte do Sistema Mineiro de Avaliação da Educação Pública (Simave).

Foi uma investigação realizada no âmbito do Mestrado Profissional em Educação Matemática e, além da dissertação produzida, oferecemos à comunidade educativa e acadêmica um Produto Educacional, no formato de um aplicativo.

O Produto Educacional resultante da investigação teve como objetivo de auxiliar os professores de Matemática, bem como os envolvidos com as avaliações educacionais, em larga escala, no entendimento dos tópicos mais relevantes ligados aos resultados publicados, de forma que possam usá-los, uma vez que, entendemos que a falta de entendimento destes, pode levar à não utilização ou utilização apenas parcial dos mesmos.

Motivados por discussões que envolvem as avaliações em larga escala e pelas inquietações proporcionadas por elas, surgiu a possibilidade de realizar esta investigação com o intuito de auxiliar professores e equipes escolares a compreender e interpretar os resultados das avaliações em larga escala. É de nosso entendimento que as escolas devem buscar, por meio de estudos interpretativos dos resultados, dar sentido aos dados coletados nas avaliações em larga escala e refletir sobre as informações coletadas, como nos diz Werle (2010).

Para estruturar nossa investigação, em termos metodológicos, efetuamos e analisamos os documentos do Simave (focando, dentro deste, no Proeb) e revistas pedagógicas de resultados desse programa. Contamos ainda com a realização de entrevistas com um responsável da Secretaria Regional de Ensino (SRE) de Juiz de Fora/MG, professores que tiveram contato com as avaliações do Proeb (5º e 9º anos do Ensino Fundamental e 3º ano do Ensino Médio). No Centro de Políticas Públicas e Avaliação da Educação (CAEd) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) tivemos contato com profissionais responsáveis pela divulgação e distribuição desses resultados.

Nossos embasamentos teóricos da investigação basearam-se em autores como Cipriano Carlos Luckesi (2011), no contexto da avaliação educacional da aprendizagem escolar, em Vianna (2005) e Werle (2010), para tratar sobre a avaliação em larga escala, bem como também nas revistas pedagógicas es-

pecíficas da avaliação, que ocorre no estado de Minas Gerais (Simave/Proeb) e documentos que apresentaram fatos ligados à implementação e utilização dos dados do Simave. Dessa forma, acreditamos que nossa pesquisa pode auxiliar a comunidade escolar a entender o que é uma avaliação educacional, em larga escala, discutindo a importância de se avaliar, apresentar e problematizar os resultados publicados junto à comunidade.

Buscamos, ao longo da investigação, identificar as principais dúvidas apresentadas pelos professores de Matemática quando estes necessitavam ler e interpretar os conceitos e os dados apresentados nos resultados de sua escola. Desta forma, nossa questão diretriz busca responder: “Quais as principais dúvidas apresentadas pelos professores de Matemática na leitura e interpretação dos conceitos relacionados às avaliações em larga escala e dos resultados apresentados nas revistas de divulgação do Simave/Proeb?”

Dessa forma, o objetivo geral da investigação foi verificar quais eram as principais dúvidas e dificuldades dos professores de Matemática, no entendimento dos conceitos e dos resultados das avaliações educacionais, em larga escala, que acontecem no estado de Minas Gerais (Simave/Proeb). Ao final da investigação, buscamos respostas a esta questão, que sabemos não será esgotada, mas dará frutos que possibilitem a outros pesquisadores, a partir de diferentes perspectivas, explorarem a questão das avaliações educacionais em larga escala no cotidiano escolar.

A relevância desta investigação para a área da Educação brasileira e da Educação Matemática reside no fato de que a mesma poderá auxiliar os envolvidos dessas áreas e também a comunidade escolar, a compreender o que é uma avaliação educacional em larga escala e como está pode auxiliar na regulação das aprendizagens escolares.

2 BREVE ATUALIZAÇÃO DA AVALIAÇÃO EM LARGA ESCALA NO BRASIL

Sabemos que Avaliar é uma ação que vem, ao longo dos anos, gradativamente, ganhando espaço nas discussões na esfera educacional. Atualmente, temos no Brasil as avaliações em âmbito municipal – Avaliação do município de Florianópolis (Prova Floripa) e Sistema de Avaliação Educacional de Teresina (Saethe), em âmbito estadual - Proeb de Minas Gerais; Sistema de Avaliação Educacional do Estado de Goiás (Saego); Sistema de avaliação do desempenho educacional do Amazonas (Sadeam); Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Ceará (Spaece), etc. – e em âmbito nacional (Prova Brasil, ANA), como também as de âmbito internacional (Pisa). A cada ano o número de avaliações vem crescendo e mais municípios e estados buscam,

por meio das avaliações em larga escala e os resultados destas avaliações, entender acerca da aprendizagem de seus estudantes.

Os resultados das revistas devolutivas (que contém os resultados compilados dessas avaliações) se bem divulgados e problematizados no âmbito escolar pelos gestores pode auxiliar os professores, na medida em que estes percebam como está o desempenho escolar de cada estudante e que medidas devem ser adotadas para que a aprendizagem ocorra satisfatoriamente. Em geral, esses dados não são realmente compreendidos e podem comprometer o efetivo aproveitamento e implementação de atividades que auxiliem os estudantes a avançarem, para além do patamar educacional que se encontram, desenvolvendo novas habilidades que possam não ter sido alcançadas, ao longo do ano escolar, e que possam ter maior aproveitamento em sua aprendizagem.

Muitas vezes, as avaliações são, erroneamente, caracterizadas como números/índices interpretados de modo classificatório e criadora de *rankings*. Entendemos que o escopo deve ser mais amplo e que as avaliações e seus resultados podem e devem ser utilizados, dentre outros fatores, na proposição de políticas públicas que auxiliam na melhoria e regulação da aprendizagem.

Quando se fala de avaliação muitos são os conceitos ligados a elas e que são importantes para o entendimento dos resultados em si: Proficiência, Matriz de Referência, Escala de Proficiência. Entender esses conceitos é parte do processo para se discutir e implementar práticas que auxiliem os estudantes a avançar no desenvolvimento de suas habilidades.

Reforçamos, em nossa investigação, a importância do entendimento desses conceitos por parte da comunidade escolar. Conceitos esses que, muitas vezes, passam despercebidos e acabam impedindo o real aproveitamento dos resultados devolutivos. Não podemos prescindir da importância das avaliações internas em sala de aula que constituem-se como um precioso instrumento diagnóstico, regulador e pedagógico para que o professor possa trabalhar junto a seus estudantes, regulando suas aprendizagens (PERRENOUD, 1999).

Nosso intuito ao longo da pesquisa não foi o de sobrepor a avaliação em larga escala sobre a avaliação da aprendizagem escolar, mas sim, enfatizar, como nos diz Schwartzman (2005, p. 35), que “Educação e Avaliação sempre andaram de mãos dadas”.

Buscando verificar a qualidade do sistema de ensino no país, surgiram as avaliações em larga escala que se caracterizam por serem testes aplicados às escolas (geralmente de forma anual, como nas avaliações estaduais, ou

a cada dois anos, como nas avaliações nacionais como Saeb e Prova Brasil) por uma instituição externa que pode também ser responsável pela análise e divulgação dos resultados.

Estas avaliações, por meio de testes cognitivos, atribuem uma medida de proficiência a cada aluno e, conseqüentemente, uma média de proficiência a cada escola, município, unidade regional e ao estado avaliado. Elas podem ser censitárias (quando avaliam toda a população em questão) ou amostrais (quando avaliam apenas uma amostra da população). Junto a estas avaliações, aplicam-se questionários aos diretores, professores e alunos. Estes questionários buscam colher informações socioeconômicas, como também informações a respeito das práticas dos professores e sua interação junto à direção escolar, dentre outros aspectos.

Além disso, os gestores e o governo dos estados podem utilizar os resultados das avaliações para a implantação de novas políticas públicas relacionadas ao ensino, ou mesmo na revisão e regulação de outras políticas que já estejam em vigor, a partir da constatação de problemas a partir da análise dos resultados obtidos.

Segundo Perry (2009, p. 11) para uma melhor utilização destes dados

é importante que professores, especialistas e gestores conheçam seus sistemas, entendam seus objetivos e seus processos, saibam interpretar seus resultados e analisar como os mesmos podem influenciar na tomada de decisão em relação à sala de aula, às escolas e às redes de ensino.

Mais do que comparar resultados e classificar (o que muitas vezes acontece por parte das mídias), a avaliação em larga escala pode e deve ser utilizada com outras finalidades. Muitas escolas acabam restringindo estes resultados a *rankings*/ classificações, o que na verdade não deve ser visto como o objetivo destas avaliações.

De acordo com Perry (2009, p. 26),

(...) muitas vezes a utilização dos resultados pelas escolas se restringe à comparação de seus percentuais em relação às outras escolas ou ao percentual de alunos que obtiveram ou não resultados satisfatórios nos testes, o que caracteriza uma utilização inadequada e insatisfatória dos resultados apresentados nas avaliações.

Ainda segundo Vianna (2005, p. 17),

os resultados das avaliações não devem ser usados única e exclusivamente para traduzir um certo desempenho escolar. A sua utilização im-

plica servir de forma positiva na definição de novas políticas públicas, de projetos de implantação e modificação de currículos, de programas de formação continuada dos docentes e, de maneira decisiva, na definição de elementos para a tomada de decisões que visem a provocar um impacto, ou seja, mudanças no pensar e no agir dos integrantes do sistema.

Desta forma, as avaliações vão muito além da tradução de uma “nota” ou um “índice”, pois elas buscam traduzir dados contextuais que vão além dos números e que de fato, possam causar mudanças positivas no sistema educacional.

De acordo com Britto, Andrade e Guerra (2016, p. 1194),

alguns grupos de estudo e pesquisa, como Grupo de Estudos e Pesquisa em Didática da Matemática (UFPA), Grupo de Estudos e Pesquisa em Educação Matemática e Avaliação (UEL) e *Assessment Reform Group* (ARG), foram e vem sendo formados no Brasil e no mundo, com o intuito de buscar um enfoque teórico para analisar as práticas docentes, como também para proporcionar o desenvolvimento de dispositivos didáticos e metodológicos para o enfrentamento das problemáticas que envolvem as práticas docentes com matemática, em especial com a avaliação. A avaliação de atitudes por parte da equipe de professores, dos alunos, dos encarregados de educação, com a partilha de responsabilidades entre os diferentes participantes da educação escolar são de fundamental importância para a concretização prática da avaliação formativa, para que, refletindo em conjunto, se encontre maneiras de aperfeiçoar o processo de ensino-aprendizagem

Diversos estudos foram desenvolvidos na área de Avaliação Educacional nos últimos anos no Brasil, principalmente em Avaliação Educacional em Larga Escala. Por este tema ser muito discutido, os trabalhos vêm aumentando em número e diversidade. Dentre esses estudos, há aqueles com foco nas avaliações em larga escala nacionais (Saeb e Prova Brasil), internacionais (Pisa), e também em estaduais e municipais (em Minas Gerais, o Simave, por exemplo).

Destacamos as pesquisas de Falci (2005), Oliveira (2008), Perry (2009), Soares (2011) e Lammoglia (2013) que buscaram investigar os impactos dos resultados das avaliações na prática pedagógica dos professores, as escalas de proficiência e suas interpretações, bem como o quanto essas avaliações interferem na prática docente, seja na disciplina de Matemática ou Português e nas ações do professor. Revelaram ainda a relevância das dos conceitos relacionados à análise e interpretação dos resultados dessas avaliações em larga escala.

Ao assumir no ano de 1999, o governo do Estado de Minas Gerais, Itamar Franco buscou instituir uma educação que visava resgatar a “mineiridade” com o slogan “Escola Sagarana Educação para a Vida com Dignidade e Esperança”.

Como metas eleitas por esse governo, a escola Sagarana buscou desenvolver uma política de educação de qualidade a todos os mineiros que promovesse o desenvolvimento pessoal e profissional de toda a comunidade e a nação, de modo a implantar um sistema mineiro de avaliação do desempenho escolar.

No ano de 2000, seguindo as orientações ligadas à “Escola Sagarana” surgiu o Simave que foi

instituído pela Resolução Nº 14 de fevereiro de 2000, pelo então governador de Minas Itamar Franco, que ao mesmo tempo criou o Programa da Avaliação da Rede Pública de Educação Básica – Proeb. (SOARES, 2011, p. 13)

O Simave objetivava, nesse sentido,

desenvolver programas de avaliação cujos resultados forneçam informações importantes para o planejamento de ações em todos os níveis do sistema de ensino. O Simave aponta as prioridades educacionais tanto para professores, especialistas e diretores quanto para os gestores do sistema, sendo fundamental na definição de ações e para subsidiar políticas públicas para uma educação eficaz. Pela relevância de suas informações, o Simave é um pilar do Projeto Estruturador do Governo de Minas Gerais. (CAEd, 2013, s/p)

Este sistema é composto por uma avaliação interna, o Programa de Avaliação da Aprendizagem Escolar (Paae), criado em 2005, e implantado no ano de 2006, e por duas avaliações externas à escola: o Programa de Avaliação da Alfabetização (Proalfa) e o Proeb. Este último programa constituiu-se como já dissemos anteriormente como o foco de nossa investigação.

3 CARACTERIZAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO - ORGANIZAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS PRODUZIDOS NA INVESTIGAÇÃO

Esta pesquisa caracteriza-se como uma investigação de cunho qualitativa, de modo que os dados produzidos foram obtidos por meio da realização de entrevistas semiestruturadas. Tais dados nos auxiliaram a conhecer quais as maiores dificuldades no entendimento dos resultados das avaliações educacionais em larga escala por parte dos professores de Matemática e, como este entendimento interfere na utilização, ou não, dos resultados das avaliações.

Para a implementação da pesquisa em uma primeira etapa, realizamos um estudo geral sobre avaliação educacional em larga escala, bem como um estudo específico da avaliação do estado de Minas Gerais (Simave/Proeb).

Em uma segunda etapa, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com cinco professores de diferentes escolas municipais de Juiz de Fora/MG, escolas estas em que são aplicadas as provas do Proeb (5º e 9º anos do Ensino Fundamental e 3º ano do Ensino Médio). Em nossa investigação a opção foi entrevistar professores efetivos que lecionam Matemática em turmas em que são aplicadas estas avaliações periodicamente. As entrevistas tiveram duração média de 30 minutos e contavam com 15 perguntas feitas, de forma individual, aos professores para saber quais eram as principais dúvidas sobre a avaliação e sobre os resultados dessas avaliações e qual a sua importância.

Entrevistamos, também, um representante da SRE de Juiz de Fora/MG, com o intuito de buscar informações de como é realizado o repasse destes resultados para as escolas, a fim de compreender as dúvidas dos professores. Também foi questionado ao representante sobre como acontece o “Dia D”, dia em que todos se reúnem na escola para saberem e tomar ciência dos resultados da escola no Proeb.

Ainda foi entrevistado um representante da equipe de divulgação de resultados do Centro de Políticas Públicas e Avaliação da Educação (CAEd/UFJF). O objetivo dessa entrevista foi entender como funcionam e se estruturam as oficinas de divulgação de resultados das avaliações em Minas Gerais, e quais dúvidas surgem nestes momentos por parte dos educadores e gestores escolares presentes nestes encontros.

Para fundamentar teoricamente nossa investigação, escolhemos as pesquisas de Werle (2010) e Vianna (2005), pesquisadores em avaliação externa que tratam a avaliação em larga escala. Para organizar e ler os dados produzidos, utilizamos a Análise de Conteúdo (AC) de Laurence Bardin (1977). A AC nos auxiliou na interpretação e descoberta do que está por trás e nos meandros dos depoimentos colhidos dos professores que participaram da pesquisa.

A Análise de Conteúdo é definida, segundo Bardin (1979, p.42) por:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens.

Nesse contexto, a AC pode ser vista como um conjunto de técnicas que têm como objetivo buscar o sentido de um determinado documento. Para Bardin (1977), isto não é suficiente para definir a especificidade da AC. Sendo assim, a intenção da AC é “a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção (ou, eventualmente, de recepção), inferência esta que recorre a indicadores (quantitativos ou não)” (BARDIN, 1979, p. 38).

A inferência é então um procedimento intermediário da AC que permite a passagem da descrição (primeira etapa) à interpretação (última fase). Em nossa investigação fizemos um levantamento de categorias, o que se constitui como uma das técnicas da AC. Assim, a técnica da análise por categorias, de acordo com Bardin (1979, p. 153),

[...] cronologicamente é a mais antiga; na prática é a mais utilizada. Funciona por operações de desmembramento do texto em unidades, em categorias segundo reagrupamentos analógicos. Entre as diferentes possibilidades de categorização, a investigação dos temas, ou análise temática, é rápida e eficaz na condição de se aplicar a discursos diretos (significações manifestas) e simples.

Assim, a categorização dos elementos é a classificação desses elementos por diferenciação e por reagrupamento, segundo o gênero, utilizando os critérios que foram previamente definidos. As categorias reúnem um grupo de elementos em função de seus caracteres comuns.

3.1 REFLEXÕES A PARTIR DAS ANÁLISES DAS CATEGORIAS ELEITAS

Para analisarmos os dados produzidos, por meio da realização das entrevistas com os professores de Matemática, elegemos cinco categorias que buscaram saber o conhecimento e a opinião dos professores sobre: (i) Repasse dos resultados para os professores e a comunidade; (ii) Opinião sobre as avaliações educacionais em larga escala (pontos positivos e negativos); (iii) Dificuldades para entender os resultados; (iv) Uso da matriz de referência em sala de aula; (v) Apresentação dos dados de forma a facilitar o entendimento das avaliações.

Recordamos que nesta investigação, nos propusemos a descobrir quais as principais dúvidas, apresentadas pelos professores de Matemática, relacionadas aos resultados das avaliações educacionais em larga escala do Proeb, ou seja, quais conceitos são ligados a essas avaliações que os professores não compreendiam e poderiam influenciar no entendimento e uso destes dados em sua prática pedagógica.

As análises dos dados produzidos nas entrevistas com os cinco professores, além dos representantes do CAEd/UFJF e da SRE de Juiz de Fora/MG parecem indicar que em algumas das escolas dos professores entrevistados, não há o repasse dos resultados para seus professores, ou mesmo para a comunidade (pais ou responsáveis).

Os resultados que chegam às escolas, por meio das revistas pedagógicas, acabam ficando nas salas dos diretores e nem sempre são apresentados e problematizados junto aos professores em reuniões pedagógicas. De acordo com os relatos dos cinco professores entrevistados, algumas escolas não repassam estes resultados, pois os gestores também não os entendem, desconhecem seu potencial e não possuem conhecimentos suficientes sobre o referido assunto. A partir das falas dos professores entrevistados, percebe-se que muitos deles não sabem o que fazer com os dados publicados nas revistas pedagógicas.

Aqui, temos uma explicação lógica para nossa questão de investigação, que procurou saber quais as principais dúvidas dos professores de Matemática, com relação aos dados das avaliações em larga escala, ou seja, os professores apresentam dúvidas ou não têm conhecimento dos resultados, pois, em geral, não são apresentados, ou são apresentados de forma insatisfatória aos dados destas avaliações externas.

Dessa forma, a falta de entendimento leva ao desinteresse e à não utilização em sua prática pedagógica, das informações presentes nas revistas e geradas a partir da realização das avaliações. Tal desinteresse inviabiliza o uso dos resultados nestas avaliações na regulação das aprendizagens discentes ou na adoção de metodologias alternativas de ensino e de aprendizagem.

Ainda de acordo com os professores entrevistados, o desinteresse dos estudantes em realizar estas avaliações, educacionais em larga escala, é grande. Em diversos momentos, os entrevistados citaram que é necessário dar um “incentivo” aos alunos, para que eles realizem as avaliações, sendo este incentivo materializado na forma de notas ou pontos no bimestre, por exemplo. Foi citado também o desconhecimento tanto por parte dos professores, quanto por parte dos alunos em relação às avaliações. Os alunos não sabem o que é ou mesmo para quê estão realizando as avaliações. Conjecturamos ser esta uma das causas do desinteresse discente e também do descrédito docente com relação ao potencial diagnóstico das avaliações externas.

Os dados produzidos em nossa investigação também indicaram que alguns professores têm dúvidas e confundem as diferentes avaliações. No estado de Minas Gerais, há Simave que compõe três diferentes programas de avaliação: o Proeb (foco de nossa pesquisa), o Proalfa e o Paae. Durante a realização de nossas entrevistas, percebemos que alguns dos professores entrevistados

não souberam diferenciar estas avaliações. Há uma certa confusão, principalmente, com relação ao Proeb e ao Paae. Alguns entrevistados, claramente, confundiram estes programas falando durante a entrevista sobre o Paae como se fosse o Proeb, mesmo depois de questionados se tinham certeza que estavam falando do programa correto.

Ao longo de nossas entrevistas com os cinco professores, percebemos que eles enfatizam que as revistas pedagógicas com os resultados e as devolutivas são de difícil entendimento. Alguns professores citaram a escala de proficiência, como um dos pontos de maior dificuldade de compreensão, devido ao grande número de cores e informações que dificultam a interpretação. Contudo, alguns professores também afirmaram que a revista, de uma forma geral, é de árduo entendimento por apresentar informações desconexas, truncadas e difíceis de serem colocadas em prática.

Foi problematizado, junto aos entrevistados, a questão da provável falta de interesse docente, com relação à discussão dos resultados das avaliações em larga escala. Três professores entrevistados relataram a falta de interesse de muitos colegas nos momentos de divulgação dos resultados que ocorrem em suas escolas, assim como a impaciência na discussão dos resultados e o não comprometimento com as atividades relacionadas aos dados das avaliações.

Enfatizamos, no entanto, que dois dos entrevistados relataram que há escolas que discutem os dados, elaboram projetos para implantar, de acordo com as dificuldades encontradas nas avaliações, e que há a participação e o interesse dos professores, inclusive de outras áreas.

Nossos sujeitos de investigação citaram que a grande quantidade de informações das revistas pedagógicas causa confusão, criam ambiguidades e atrapalham no entendimento dos professores e gestores escolares, que acabam restringindo-se a discutir apenas a proficiência média da escola, por não compreenderem a grande quantidade de dados e a potencialidade pedagógica orientadora dos mesmos. Também averiguamos que os professores da pesquisa desconhecem a Matriz ou não a compreendem em sua completude.

A partir das falas nas entrevistas, os professores relataram que são orientados a utilizar a Matriz de Referência como orientadora do currículo, para que seus alunos possam ter um melhor desempenho nas avaliações externas e internas. Enfatizamos que a Matriz, em nosso entendimento, representa apenas um recorte do currículo do estado e, por esse motivo, não deve ser tomada para orientar os conteúdos de sala de aula e, sim, deve estar ladeando e orientando as práticas curriculares.

Os professores entrevistados citaram ainda que gostariam de receber os resultados das avaliações em larga escala de forma mais simplificada. De acordo com nossos entrevistados, as revistas pedagógicas apresentam muitos dados e informações, os quais deveriam ser direcionados somente aos professores que tivessem mais interesse. Em geral, no entendimento dos professores entrevistados, os dados essenciais deveriam ser apresentados na forma de um encarte resumido, contendo os resultados básicos da escola, como por exemplo, a proficiência e os padrões de desempenho. Dessa forma, seria simplificado o entendimento desses dados, propiciando diretrizes que pudessem ser efetivamente seguidas nas práticas da sala de aula.

As cinco entrevistas revelaram ainda que o “Dia D”, em algumas escolas, foi o único momento para se apresentar e discutir os resultados das avaliações externas aplicadas. De acordo com os dados produzidos, percebemos que em algumas escolas não ocorre o repasse dos dados para os professores, e quando ocorre o “Dia D”, este torna-se o único contato que os professores têm com esses resultados das avaliações. Foi relatado também por um dos entrevistados que algumas escolas não realizam o “Dia D”, e seus professores acabam não tendo nenhum contato com os dados das avaliações externas do estado de Minas Gerais.

A falta de oficinas presenciais, inferimos das falas dos entrevistados, pode ser um fator prejudicial ao entendimento dos resultados das avaliações externas. Nas entrevistas com os cinco professores e os representantes do CAEd/UFJF e da SRE de Juiz de Fora/MG que realizamos, identificamos que não estavam ocorrendo oficinas de divulgação de resultados presenciais no estado de Minas Gerais. O que ocorria era um curso *online* com duração aproximada de 80 horas. No entanto, os representantes que participam desse curso, em geral, não repassam as explicações e, de acordo com nossas entrevistas, percebemos que há um significativo contingente de professores que não tinham contato com os resultados das avaliações.

3.2 SOBRE O PRODUTO EDUCACIONAL ELABORADO NA PESQUISA

Além dos resultados apresentados nesta pesquisa, foi elaborado um Produto Educacional que procurou compilar as informações das revistas de divulgação com os resultados das avaliações, de forma que o professor possa interpretar os dados nela contidos.

Nesse comenos, uma das particularidades de quem cursa um mestrado profissional é que, além do texto dissertativo estruturado de forma científica, produza-se também um produto educacional. Este produto pode ser feito em

diversos formatos e será um produto advindo da dissertação, ou seja, os dois devem dialogar entre si, mas serão produções com características diferentes. Tem sido aceitos como produtos educacionais cartilhas, CDs, DVDs, aplicativos, softwares, planos de aulas, livretos, sequências didáticas, vídeos educativos, etc.

O principal objetivo do produto educacional em um mestrado profissional é divulgar a pesquisa a outros professores, para que os mesmos tenham alternativas ao ensino de determinado conteúdo que tenha sido pesquisado, bem como apresentar materiais alternativos para a regência, avaliação e aprendizagem em sala de aula.

Em nossa investigação, elaboramos assim um produto educacional no formato de um programa em que o professor poderá consultar informações referentes à avaliação do Proeb aplicada em sua escola.

Percebemos que um dos tópicos de mais difícil interpretação e compreensão por parte dos professores na hora de estudar os resultados das avaliações em larga escala, é a escala de proficiência. Isso se dá por este ser um instrumento pouco discutido no âmbito escolar que relaciona diferentes resultados como os padrões de desempenho, a proficiência média, as competências e as habilidades, temas contidos nos textos apresentados na revista pedagógica distribuídas às escolas.

Isso foi o argumento que nos possibilitou elaborar o produto educacional no formato de uma “Escala de Proficiência Interativa”¹, em que o professor ao inserir a proficiência média obtida por sua escola, verá traçada a proficiência média na escala de proficiência, e terá que clicar na competência e habilidade desejada para saber como os alunos daquela etapa de escolaridade se encontram. Da mesma forma, quando clicar nos padrões de desempenho, o professor verá o que seus alunos conseguem realizar com uma proficiência dentro daquele padrão.

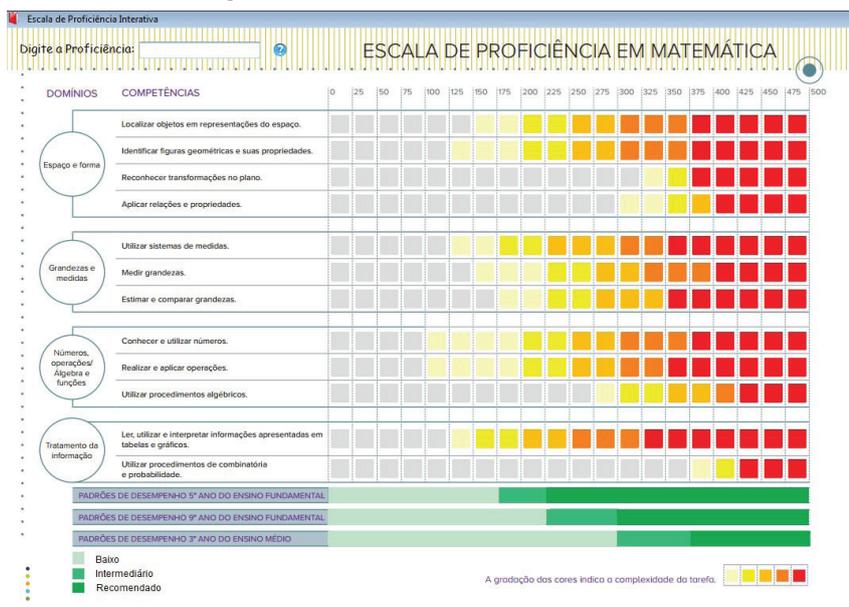
Na verdade, o que fizemos foi organizar as informações das revistas pedagógicas em único lugar, a fim de que o professor possa analisar os dados de uma forma simplificada, mas informativa e no nosso entender, mais adequada à realidade docente. Desse modo, o professor que utilizar o nosso produto educacional não precisará mais procurar no boletim como interpretar a escala, mas ter um conhecimento básico do “para quê” ela serve, e como implementá-la de forma a regular seu ensino e avaliar a aprendizagem discente.

¹ Disponível para acesso público no endereço: <http://www.ufjf.br/mestradoedumat/publicacoes/produtos-educacionais>.

Assim, elaboramos um Produto Educacional no formato de um programa em que o professor poderá consultar informações referentes à avaliação do Proeb aplicada em sua escola.

A Escala de Proficiência Interativa foi desenvolvida como Produto Educacional da dissertação de mestrado intitulada “Uma Investigação Sobre a Compreensão de Professores de Matemática dos Resultados do Simave/Proeb”. Na figura a seguir apresentamos uma imagem da aparência da escala criada:

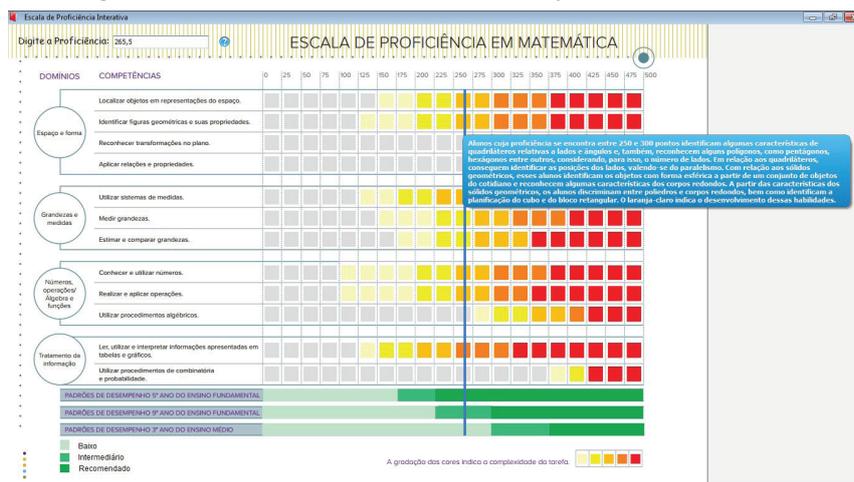
Figura 1 – Escala de Proficiência Interativa



Fonte: CAEd, 2012.

Este Produto foi criado, pois percebemos em nossa pesquisa, que a escala de proficiência, por ser um tópico que relaciona diferentes resultados é um dos assuntos de mais difícil interpretação por parte dos professores na hora de estudar os resultados das avaliações em larga escala. Partindo deste ponto, elaboramos o Produto Educacional no formato de uma “Escala de Proficiência Interativa”, em que o professor, ao inserir a proficiência média de sua escola e etapa de escolaridade desejada, verá traçada a proficiência média na escala de proficiência e apenas terá que clicar na competência e habilidade desejada para saber como os alunos daquela etapa de escolaridade se encontram, conforme imagem abaixo:

Figura 2 – Escala de Proficiência com descrição de uma habilidade



Fonte: CAEd, 2012.

Da mesma forma, quando clicar nos padrões de desempenho, verá o que seus alunos conseguem realizar com uma proficiência dentro daquele padrão.

O que fizemos foi compilar as informações das revistas pedagógicas em único lugar, a fim de simplificar o trabalho do professor na hora de analisar os dados.

Esta “Escala de Proficiência Interativa” foi baseada em uma “Escala de Proficiência Animada” elaborada pelo CAEd no ano de 2011. No entanto, não encontramos esta escala na internet ou junto a pessoas da empresa, para que pudéssemos fazer um comparativo com a atual que elaboramos.

Lembramos aqui que não estão presentes todas as informações da Revista, somente aquelas ligadas à escala de proficiência.

Quadro 1 - Como usar a Escala de Proficiência Interativa

Passo 1 – Abra o arquivo executável.

Passo 2 – Aparecerá uma mensagem e você deverá clicar em “ok”.¹

Passo 3 – Digite, no canto superior esquerdo da tela, a proficiência média de sua escola.

Passo 4 – Será gerada uma reta sobre a escala indicando onde a proficiência média de sua escola se encontra localizada.

Passo 5 – Posicione a seta sobre os quadradinhos e você verá os textos referentes às competências desenvolvidas pelos alunos de sua escola em cada etapa de escolaridade.

*Aqui vale ressaltar que a escala é única para as três etapas de escolaridade avaliadas (5º ano do ensino fundamental, 9º ano do ensino fundamental e 3º ano do ensino médio) variando no grau de complexidade, ou seja, a cada etapa de escolaridade o aluno desenvolve melhor as habilidades.

**Os textos dos padrões de desempenho são separados por etapa de escolaridade e foram indicadas habilidades ilustrativas das desenvolvidas pelos alunos na etapa em questão, uma vez que os textos ficariam muito longos e inviáveis de serem apresentados.

***Na leitura da escala é importante saber que os alunos desenvolveram as habilidades referentes aos quadradinhos em que a reta está passando e também todas as habilidades dos quadradinhos anteriores posicionados à esquerda da reta.

****Os quadradinhos à direita de onde a reta com a proficiência média da escola estão posicionados também podem ser lidos. No entanto, as habilidades que foram desenvolvidas em cada competência são somente as localizadas à esquerda da reta.

Fonte: Quadro elaborado pelos autores, 2018.

4 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A INVESTIGAÇÃO REALIZADA

Concluimos que poderia haver um comprometimento maior das escolas com as avaliações educacionais em larga escala, pois, de acordo com nossa investigação, percebemos que muitas dessas instituições não repassam os resultados a seus professores, deixando esses profissionais sem conhecimento dos dados das avaliações. Percebemos ainda que, dos cinco professores entrevistados, não há consenso sobre para quê são realizadas essas avaliações e como estas poderiam ser bem utilizadas na sua prática pedagógica de Matemática.

Com isso, podemos inferir que a falta ou o pouco conhecimento tem levado os professores a não utilizarem ou desprezarem os resultados das avaliações externas. Entendemos que isto não é uma regra, afinal, há escolas que discutem os resultados, mas nada ou pouco fazem após as discussões, e os professores continuam sem compreender essas informações e dados, em especial com relação à escala de proficiência e sua potencialidade.

Com relação à questão diretriz que guiou nossa investigação, concluímos, a partir dos dados produzidos, ao longo de nosso percurso investigativo, de acordo com os professores entrevistados que, estes não se sentem seguros na utilização dos resultados divulgados nas revistas pedagógicas e apresentam dúvidas com relação às avaliações aplicadas, confundindo as avaliações e reconhecendo que as mesmas são pouco divulgadas no contexto escolar, reduzindo-se muitas vezes ao “Dia D”.

Desta forma, a revista toda, ou seja, todos os dados apresentados ainda causam muitas dúvidas nos professores. Destacamos que os entrevistados enfatizaram a escala de proficiência como um dos tópicos de maior dificuldade, pois a mesma apresenta muitas cores e relaciona muitas informações, causando, assim, certa confusão e dificuldade de interpretação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1979.

BRITTO, V. H. C.; ANDRADE, R. C. D; GUERRA, R. B. Avaliação Formativa: contribuições da Teoria Antropológica do Didático. **Revista Perspectivas da Educação Matemática**, Campo Grande, v. 9, n. 21, p. 1187-1208, 2016.

CAED. **Revista do Sistema Simave/Proeb**. Minas Gerais: Universidade Federal de Juiz de Fora; Faculdade de Educação; CAEd. Juiz de Fora, 2012. v. 3.

FALCI, V. P. **O Simave na prática pedagógica**: Um estudo em duas escolas da 18ª Superintendência Regional de Ensino. 2005. 212f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2005.

LAMMOGLIA, B. **O sistema de avaliação de rendimento escolar do Estado de São Paulo (Saresp) em escolas da rede estadual de ensino**. 2013. 479f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São Paulo, 2013.

LUCKESI, C. C. **Avaliação da Aprendizagem Escolar**: Estudos e Proposições. 22. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2011.

OLIVEIRA, L. K. M. **Três Investigações sobre Escalas de Proficiência e suas Interpretações**. 2008. 216f. Tese (Doutorado em Educação) – Departamento de Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

PERRY, F. A. **Escala de proficiência: escalas de proficiência**: diferentes abordagens de interpretação na avaliação educacional em larga escala educacional em larga escala. 2009. 117f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2009.

PERRENOUD, P. **Avaliação**: da Excelência à Regulação das Aprendizagens. Porto Alegre. Artmed, 1999.

SCHWARTZMAN, S. As avaliações de nova geração. In: SOUZA, A. M. (org.). **Dimensões da Avaliação Educacional**. Petrópolis: Vozes, 2005. p. 15-34.

SOARES, C. R. **Sistemas de Avaliações em Larga Escala na Perspectiva Histórico-Cultural**: o caso do Sistema Mineiro de Avaliação da Educação Pública –Simave. 2011. 204f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2011. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/mestradoedumat/files/2011/05/Dissertacao-Carlos-Renato.pdf>>. Acesso em: 02 mar. 2013.

VIANNA, H. M. **Fundamentos de um programa de avaliação educacional**. Brasília: Liber Livros editora, 2005.

WERLE, F. O. C. **Avaliação em larga escala**: foco na escola. São Leopoldo: Oikos; Brasília: Liber Livros, 2010.

REFORMAS CURRICULARES EM CONTEXTO DE INFLUÊNCIA E DE PRODUÇÃO DE TEXTO: PROPOSIÇÕES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS NO ENSINO MÉDIO¹

Eliezer Alves Martins²

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS – Brasil

eliezer.martins@ufrgs.br

Maira Ferreira³

Universidade Federal de Pelotas – UFPel – Brasil

mmairaf@gmail.com

Lisete Funari Dias⁴

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS – Brasil

lisetefunari dias@gmail.com

¹O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

²Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

³Doutora Profª Pesquisadora, dos Programas de Pós-Graduação em Educação em Ciências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Pelotas.

⁴Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Professora da Universidade Federal do Pampa.

RESUMO

Este trabalho faz parte de uma pesquisa de mestrado e tem como objetivo analisar o movimento das reformas curriculares para o Ensino Médio, após a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDBEN/96, nos contextos de influência e de produção de texto, de modo a problematizar, na área de Ciências da Natureza, o princípio de integração curricular ao contexto da prática. A análise documental aponta que as políticas curriculares são constituídas por diferentes agendas nacionais e internacionais em relações híbridas de cunho global com proposições e princípios pedagógicos que fundamentam o pensamento neoliberal, ao passo que, a integração curricular tem se mostrado fragilizada.

Palavras-chave: Reformas curriculares. Ensino Médio. Ciclo de Políticas. Ensino de Ciências. Integração curricular.

ABSTRACT

Abstract: This job is a part of the master's research and aims to analyze the movement of curricular reforms for High School after the promulgation of the Law of Guidelines and Bases of National Education - LGBNE/96 in contexts of influence and policy text production in order to problematize, in the area of Natural Sciences, the principle of curricular integration in the context of practice. The documentary analysis points out that curricular policies are constituted by different national and international agendas, in hybrid relations of a global nature with pedagogical propositions and principles that underlie neoliberal thinking, while curricular integration has been weakened.

Keywords: Curricular reforms. High school. Policy Cycle. Science teaching. Curricular integration.

1 INTRODUÇÃO

As políticas curriculares e reformas referentes ao Ensino Médio no Brasil têm seu auge no final dos anos 1990, pois foi a partir da Lei nº 9.394/1996, a Lei de Diretrizes e Bases para a Educação Nacional (LDB), que surgem novas orientações curriculares, de modo a atender às necessidades de promover um acesso educacional mais democrático à população (BRASIL, 1996). Entretanto, sabe-se que a construção de um documento como a LDB/1996, não foi tarefa simples, sendo resultado de muita discussão entre sindicatos de trabalhadores e empresários do cenário brasileiro, durante essa década, uma vez que se tratava de direcionar os rumos da educação no país (SHIROMA; MORAES; EVANGELISTA, 2004).

Os contextos em que as políticas educacionais acontecem são variados, havendo muitas nuances no tempo/espaço entre a formulação de uma política e a de sua atuação (BALL, 1993; 1994). Quando uma política é formulada para atender a uma necessidade de reforma curricular, seja qual for seu objetivo, novas formas de analisar esse documento são pensadas, de modo que, percepções, ideias ou sugestões de como compreendê-lo estabelecem um novo olhar sobre diretrizes, resoluções e leis. (BALL; BOWE, 1992; BALL, 1993; 1994).

Com a promulgação da LDB/1996, o estudo sobre as políticas curriculares para a Educação Básica tem fortalecido as discussões em torno do currículo, colocando-o como peça central das discussões (LOPES, 2002; 2005; 2008). Como efeito, temos presenciado reformas curriculares, que alteram os textos políticos e mostram que, atores de uma política, quando substituídos por outros, modificam significativamente um primeiro pensar curricular (BOWE; BALL; GOLD, 1992; BALL; BOWE, 1992; BALL, 1993; 1994).

No caso das políticas curriculares para o Ensino Médio, as propostas de reformas ao currículo tiveram início com as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) (BRASIL, 1998), seguida pela instituição de Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2000a), com orientações curriculares ao contexto da escola e da prática docente. Por conseguinte, muitas outras políticas de currículo foram sendo realizadas, replicando basicamente a mesma lógica das propostas curriculares anteriores com algumas reformulações e contradições, mostrando que, ambiguidades também fazem parte das políticas curriculares (LOPES, 2002).

Percebe-se que, no cenário brasileiro, a qualidade da educação é tomada como justificativa para os movimentos de reformas que visam atingir metas educacionais em termos de pontuação nas avaliações internas/externas no Ensino Básico. Nesse sentido, a busca por qualidade da educação, tem sido um fator de impacto nos currículos escolares, o que pode determinar modificações curriculares, em meio às influências internas/externas que estimulam

a competição entre escolas e entre países, com ranqueamentos que não representam necessariamente a realidade/contexto das instituições/países (IMBERNÓN, 2016).

Diante desta justificativa para as reformas curriculares, a agenda política delimita propostas para a educação básica pautadas em interesses dos formuladores, mas também de empresas corporativas, as quais veem possibilidades de *marketing*, anunciando sua própria marca em detrimento, por exemplo, de projetos filantrópicos. Assim, por meio de grupos que influenciam e financiam a educação, propõe-se aos alunos escolherem caminhos formativos no Ensino Médio, com incentivo à meritocracia, mesmo diante da distribuição desigual de renda das famílias, cujas oportunidades de acesso à educação, em nosso país, são desiguais.

Dito isso, a intenção deste artigo é analisar os contextos em que as políticas curriculares acontecem, em especial, as do Ensino Médio, com um recorte aos efeitos na área de Ciências da Natureza, considerando as relações existentes entre contextos de influência e de produção de texto político que são produzidos e materializados em proposições curriculares.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa é de natureza qualitativa, compreendida como uma ciência que se baseia em textos, na qual a coleta de dados produz outros textos (GÜNTHER, 2006), não apresentando uma fórmula específica ou predefinida na orientação para os pesquisadores (GIL, 2008). Considerou-se a análise dos dados a partir de documentos, compreendendo que é possível obter percepções sobre vivências, interpretações e reinterpretações, entre um documento e outro, no processo de análise documental (CELLARD, 2012).

Assim, inicialmente, foi realizado um levantamento de documentos oficiais relacionados às reformas curriculares do Ensino Médio, após a LDB (BRASIL, 1996), no site do Ministério da Educação (MEC). Os documentos examinados foram os seguintes: os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 2000b); PCNEM+ (BRASIL, 2002); as Orientações Curriculares Para o Ensino Médio (OCEM) (BRASIL, 2006); as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNEB) (BRASIL, 2010); a Proposta Pedagógica para o Ensino Médio Politécnico (EMP) do Rio Grande do Sul (RS) (RIO GRANDE DO SUL, 2011a); as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) (BRASIL, 1998; 2012); o Plano Nacional de Educação (PNE) (BRASIL, 2014); a Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio (BNCC-EM) (BRASIL, 2015; 2016a; 2018); e a Lei nº 13.415/2017 (BRASIL, 2017).

Concomitante à pesquisa em documentos oficiais relacionados ao currículo, também foi realizada a pesquisa em documentos secundários às políticas curriculares, como, por exemplo, do Banco Mundial (BM); do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID); do Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (Bird); e da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), entre outras políticas de financiamento, visando estabelecer um diálogo entre os referenciais teóricos e as proposições dos documentos pesquisados.

Após essa busca por políticas curriculares, procedeu-se a análise dos documentos com base na Abordagem do Ciclo de Políticas, referencial metodológico-analítico de perspectiva pós-estruturalista, que considera as ações dos sujeitos aos contextos de influência, produção de texto e da prática, sem dimensão temporal e sequencial, não constituindo etapas lineares. Tais contextos são compreendidos como arenas, mostrando que os documentos curriculares são efeitos/resultados de lutas e disputas de poder em contexto, ao compreender a política como texto e como discurso (BOWE; BALL; GOLD, 1992; BALL, 1993, 1994).

O artigo propõe analisar o contexto de influência e de produção de texto, das diferentes propostas curriculares e de políticas secundárias a essas. Assim, procuramos apresentar as diferentes relações existentes entre uma proposta curricular e outra, mostrando suas proposições, contradições, similaridades e equívocos.

Em um primeiro momento é feita uma análise das proposições de grupos multilaterais, de textos acerca de diferentes reformas, em consonância com as políticas de Ensino Médio. Por fim, problematizamos, no campo das Ciências da Natureza, as temáticas propostas pelas políticas curriculares, que consideram a concepção de integração curricular, por meio da interdisciplinaridade e da contextualização.

3 CONTEXTO DE INFLUÊNCIA NA PRODUÇÃO DE TEXTO POLÍTICO EM REFORMAS CURRICULARES NO CENÁRIO BRASILEIRO

Na década de 1990, as agências de financiamento de capital, os grupos multilaterais delimitaram os rumos que a educação deveria tomar na América Latina e Caribe. A partir do discurso dos bancos investidores de capital e, com o contexto econômico e tecnológico em ascensão, foi possível produzir a necessidade de reformas de políticas educacionais que atendessem às diferentes reivindicações previstas pelos bancos.

No documento, *Priorities and Strategies for Education*, do Banco Mundial (1995, p. 17), é afirmado que “a educação em particular, educação primária e secundária é fundamental para o crescimento econômico e redução da pobreza”, devendo ser levado em conta que no atual cenário de evolução das tecnologias e da reforma econômica, as estruturas de mercado são modificadas constantemente (BANCO MUNDIAL, 1995), havendo a necessidade de formação dos sujeitos para atender às demandas do mercado.

Ainda, conforme o documento do BM (1995), é enfatizada a necessidade de acelerar as reformas curriculares, uma vez que, as mudanças nos sistemas de educação seriam consideradas lentas. A justificativa consistiu na necessidade de adequar-se aos avanços das estruturas da economia e do mercado, pois, para erradicação da pobreza, seria necessário melhorar a educação básica e técnica-profissional. Nesse sentido, a intervenção pública na educação “pode reduzir as desigualdades, abrir oportunidades para os pobres e necessitados, compensar as deficiências do mercado enquanto é emprestado para a educação difundir informação sobre os benefícios e da disponibilidade da educação” (BANCO MUNDIAL, 1995, p. 3).

É interessante observar que o BM culpabiliza o setor público pela deficiência na educação, via seu discurso político em forma de texto e, a partir disso, financia políticas públicas educacionais como possibilidades de resolução dos problemas que o poder público não conseguiria resolver. Ademais, o BM tem investido na educação básica, considerando que, por meio dessa, haveria redução da pobreza e melhoria da vida social.

Para Shiroma, Moraes e Evangelista (2004, p. 74), “o Banco Mundial recomenda mais atenção aos resultados, sistema de avaliação da aprendizagem, inversão em capital humano atentando para a relação custo-benefício, além de promover a descentralização da administração das políticas sociais”, enfatizando uma maior eficiência no gasto social e, por conta disso, uma maior articulação com o setor privado, via oferta da educação.

Certamente os resultados do investimento em educação são uma exigência dos diferentes grupos envolvidos, porém, as agências externas como o BM, por meio de avaliações de desempenho em escala nacional, comparam diferentes países em ascensão econômica, sendo esses os parâmetros utilizados para os investimentos na educação.

Em consonância com as propostas do BM, o BID aponta¹ a necessidade de haver reformas curriculares devido ao crescimento da população, da competitividade mundial e para incentivar o uso de tecnologias inovadoras, entre outros. Então, a partir dos anos de 2000, incentiva propostas urgentes de educação para o ensino primário e secundário, para as próximas duas décadas aos países da América Latina e Caribe, apontando um conjunto de objetivos e estratégias como iniciativa de uma melhor eficiência educacional, expandindo sua cooperação e firmando parcerias com outras instituições de fomento multilaterais (CASTRO et al, 2000), de maneira a colocar em ação a sua própria política.

Podemos observar nos textos do Banco Interamericano de Desarrollo (CASTRO et al, 1998; 2000), semelhanças com as propostas educacionais do Banco Mundial (1995), com ênfase na urgência de reformas educacionais, tendo em vista a prerrogativa dos avanços na economia em detrimento das tecnologias e da informática, com base na mesma premissa do BM, ou seja, de erradicação das desigualdades sociais por meio de uma educação de qualidade. Nesse sentido, para Shiroma, Moraes e Evangelista (2004), o ensino secundário faz alternâncias entre a educação e a formação do sujeito ao trabalho, por meio da flexibilização e de parcerias com empregadores.

As reformas na educação básica e de seus princípios, vem sendo anunciadas, a exemplo da reforma do Ensino Médio proposta pela Medida Provisória nº 746/2016 (BRASIL, 2016), instituindo política de fomento à implementação de escolas em período integral e com escolha pelos estudantes de caminhos formativos, sendo posteriormente reafirmada pela promulgação da Lei nº 13.415/2017 (BRASIL, 2017) com apoio e financiamento de agências, incluindo prioritariamente o BM e BID.

O BID atua na produção de políticas secundárias (textos que enfatizam a propagação de uma primeira política), como as que incentivaram a proposição de reformas para o Ensino Médio, ainda, no início dos anos de 2000. Um exemplo disso foi a política, com o apoio e investimentos do BID, denominada “Programa de Melhoria e Expansão do Ensino Médio-Projeto Escola Jovem”, cujo objetivo foi dar suporte à concretização de uma reforma curricular no Ensino Médio, buscando “melhorar a qualidade e eficiência do Ensino Médio, expandir sua cobertura e garantir maior qualidade contribuindo para o desenvolvimento econômico e social do país” (BRASIL, 2000, p. 6).

¹ Nos documentos: La educación como catalizador del progreso: La contribución del Banco Interamericano de Desarrollo (CASTRO et al, 1998) e Reforma de la educación primaria y secundaria en América Latina y el Caribe (CASTRO et al, 2000).

Tal proposta evidenciava a necessidade de haver melhores condições estruturais de atendimento do ensino: bibliotecas; laboratórios de informática; kits tecnológicos; programas voltados à formação da continuação docente; gestão escolar; entre outras ações que possibilitassem concretizar as orientações proposta nos PCNEM (BRASIL, 2000).

Similar a essa, a proposta de reforma curricular do Ensino Médio Politécnico no Rio Grande do Sul² (RIO GRANDE DO SUL, 2011a) esteve articulada ao Programa de governo Unidade Popular pelo Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 2011b), o qual abarcava entre os diferentes projetos, o Programa de Retomada de Desenvolvimento Econômico Social do Rio Grande do Sul (Prorede/RS), sendo seu objetivo, atingir metas de justiça e inclusão social, de crescimento econômico, no combate às desigualdades sociais e regionais, com um Estado fortemente atuante, frente ao país e também ao mundo (RIO GRANDE DO SUL, 2011b).

Para que a execução dessas e de outras reformas fosse possível, contou-se com fontes de financiamento: do governo Federal; bancos internacionais, sendo estes: o BID; BIRD; BM; e o El Fondo Financiero para el Desarrollo de los Países de la Cuenca del Plata (Fonplata). Além desses, os grupos de fomento regional como: o Banrisul; a Caixa Estadual e o Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul (BRDE), e parcerias com a iniciativa privada (RIO GRANDE DO SUL, 2011b), fizeram parte desse processo de reestruturação do Ensino Médio.

Tem-se que, além de financiar as políticas educacionais em diferentes países, os organismos internacionais submetem, às autoridades locais, as diretrizes de bancos e do capital investido em educação. No caso do Brasil, o Conselho Nacional de Secretários da Educação (Consed) e a União Nacional dos Dirigentes Municipais de Educação (Undime), juntamente ao MEC e o Conselho Nacional de Educação (CNE), fazem parte dessa submissão ao BM, BID e BIRD.

Assim, evidencia-se que, proposições curriculares apontadas pelo BM e BID, no final do século XX e início do XXI, exercem um movimento para a construção de um currículo nacional. No Brasil, referente ao Ensino Médio, esse movimento tem sido apresentado pela proposição de uma Base Nacional Comum Curricular, cujas mudanças interferem nas áreas de conhecimento, entre elas a área de Ciências da Natureza, na qual pretendemos focar nossa análise ao contexto da prática.

² O Ensino Médio Politécnico no Rio Grande do Sul (2012-2014) foi uma proposta de reestruturação do currículo no Ensino Médio do Estado, tendo em sua concepção a articulação das áreas de conhecimento e suas tecnologias, relacionada a eixos que englobam: cultura; ciência; tecnologia e trabalho, promovendo a relação do sujeito com vida em cidadania. (RIO GRANDE DO SUL, 2011a).

4 OS PILARES DA EDUCAÇÃO BÁSICA DE 'JACQUES DELORS' E O 'DILEMA' DAS COMPETÊNCIAS E HABILIDADES COMO PRODUÇÃO DE TEXTO

O conceito de competências e habilidades, presente nas políticas curriculares, está associado à busca de respostas rápidas e emergenciais para formação de alunos que vivem em uma sociedade de consumo (BAUMAN, 1999), cujas questões econômicas e tecnológicas determinam modos de vida. Diante disso, torna-se imprescindível os sujeitos terem uma formação que os qualifique para o mercado de trabalho instituído pelo discurso das grandes empresas e bancos que, por sua vez, financiam a educação no Brasil e no mundo.

Nesse contexto, a UNESCO³, apresenta “pilares” como política educacional para a educação básica. O Relatório Edgar Faure – “Aprender a Ser”, da década de 1970, fundamentou ações da UNESCO para a educação e a cultura (DELORS, 1998). O Relatório “Educação: Um Tesouro a Descobrir”, apresenta o papel da educação como essencial para as pessoas e para a sociedade no geral, “não como um remédio milagroso para os males que assolam as diferentes civilizações, mas como alternativa segura que conduza a um desenvolvimento humano mais harmonioso, mais autêntico, de modo a recuar a pobreza (...)” (DELORS, 1998, p. 26), sendo a educação vista como propulsora de ascensão de classe social.

Para Shiroma, Moraes e Evangelista (2004), o Relatório aponta tendências e necessidades em meio a um cenário de incertezas. As autoras referem também ao Relatório Delors, produzido de 1993 a 1996, como um documento essencial para mostrar a direção da revisão da política educacional na atualidade.

Tal relatório recomenda que, para a educação desempenhar um papel que possibilite recuar a pobreza, deve estar amparada em quatro pilares básicos: Aprender a Conhecer - considera o domínio de instrumentos das aprendizagens permitindo às pessoas construir seu próprio projeto educacional de caráter permanente; Aprender a Fazer - está ligado à formação profissional dos sujeitos, das transformações que acontecem na economia industrial; Aprender a Viver Juntos - desafios para vencer a violência e a intolerância; e Aprender a Ser - a educação deve preparar os sujeitos para a vida social, se comportando como atores responsáveis e justos. Sendo esses os fundamentos utilizados no contexto da política educacional da UNESCO (DELORS, 1998).

³ A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, fundada em 1956 com sede em Paris, inicia suas atividades em 1972 com o Brasil, ao lado do Ministério da Educação, prioritariamente por intermédio via projetos de cooperação técnica apoiado no governo, tendo como um dos objetivos auxiliar na construção de políticas públicas, as quais estejam de certa forma em sintonia com as metas acordadas entre os Estados modernos (DELORS, 1998).

Para Shiroma, Moraes e Evangelista (2004), as recomendações dos relatórios são de cunho elitista, pois teriam o objetivo de revelar e aprimorar talentos, além do preparo de técnicos e trabalhadores, para a capacidade de adaptação a possíveis vagas de emprego, culminando, posteriormente, com a concepção das competências e habilidades, sendo que a competência estaria “estritamente conectada com a exigência de eficácia e de flexibilidade solicitada aos trabalhadores na sociedade da informação” (LAVAL, 2014, p. 55).

O marco da concepção curricular para o Ensino Médio, por competências e habilidades, no país, encontra-se nas proposições das DCNEM (BRASIL, 1998), nos PCNEM (BRASIL, 2000; 2002), ainda que na LDB/1996, a competência fosse apontada de forma mais ampla sobre a organização da educação básica. (BRASIL, 1996). Mas, é nas OCEM (BRASIL, 2006) que há uma ênfase maior a tal lógica, sendo que na área de Ciências da Natureza havia sugestões de temas e metodologias para o ensino de forma a atender às competências e habilidades sugeridas.

Esse contexto permeado por sugestões legais para a realização de reorganização curricular para o Ensino Médio foi materializado, no Rio Grande do Sul, pela reforma do EMP/RS (RIO GRANDE DO SUL, 2011a), em escolas da rede pública estadual. A proposta apresentada como política de currículo, leva em consideração uma concepção de trabalho, diferente dos moldes fordistas e pós-fordistas, mas, visando formar sujeitos protagonistas de sua formação (uma ideia reapresentada no anúncio de reforma do Ensino Médio pela MP nº 746), de forma ampla e geral, e não para a reprodução de práticas de produção, sem reflexão sobre estas (RIO GRANDE DO SUL, 2011a).

Nesse sentido, as competências previstas deveriam estar imbricadas à cognição complexa dos sujeitos, “em substituição ao aprendizado de modos de fazer de natureza psicofísica, simplificados e fragmentados” (RIO GRANDE DO SUL, 2011a, p. 11). Essa lógica de reforma teve uma dinâmica diferente das políticas curriculares anteriores, que se apresentavam em um contexto Federal de produção de documentos oficiais, pois foi pensado em um contexto estadual.

O EMP foi instituído em meio a socialização, pelo CNE, das DCNEM (BRASIL, 2012), cujas recomendações de organização curricular se baseiam em “(...) práticas curriculares que se desdobram em torno de conhecimentos relevantes e pertinentes, permeadas pelas relações sociais, articulando vivências e saberes dos estudantes (...)”, levando em consideração o contexto de vivência dos sujeitos (BRASIL, 2012, p. 2).

No mesmo bojo do movimento de reformas das DCNEM (BRASIL, 2012) e do EMP, ocorria no país uma discussão em que outras produções de textos foram produzidas, de modo a subsidiar a BNCC-EM, que passou por diferentes ver-

sões desde o ano de 2015, tendo nas duas primeiras versões (2015 e 2016), os direitos e os objetivos de aprendizagem, imbricados às áreas de conhecimento e componentes curriculares, como princípios organizacionais dos currículos. Assim, por meio das aprendizagens e conhecimentos de vida dos sujeitos, o currículo estaria relacionado às áreas do conhecimento, considerando as dimensões ética, estética e política de efetivação, articulados aos eixos estruturantes (BRASIL, 2015), em uma proposta que difere dos princípios de um currículo pautado por competências e habilidades, cujo desenvolvimento e obtenção passam a ser responsabilidade do aluno.

Na última versão da BNCC-EM (BRASIL, 2018) é retomada a concepção de currículo por competências e habilidades, sendo a “competência definida como a mobilização de conhecimento (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais, atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana” (BRASIL, 2018, p. 8). No caso da área de Ciências da Natureza, isso estaria voltado para as proposições curriculares, que enfatizam a formação dos sujeitos por meio da disciplinarização de conteúdos de caráter específico relacionado às tecnologias e aos novos modos de operação em que se encontram atualmente.

No que se refere aos conhecimentos específicos da área de Ciências da Natureza e aos conteúdos abordados nos componentes curriculares de Física, Química e Biologia, a proposta da BNCC-EM (BRASIL, 2018) pode levar a uma formação de sujeitos com conhecimentos menos amplos. Tais especificidades, de certo modo, visam preparar os alunos para a organização produtiva ligada às transformações do trabalho nos dias atuais em termos de tecnologias de informação, sendo visto como a formação para um sujeito produtivo (LAVAL, 2004; DARDOT; LAVAL, 2016).

Considerando o compromisso da escola de formação integral aos estudantes, a partir das aprendizagens no Ensino Fundamental e Ensino Médio, com conhecimentos que lhes permitam atuar na sociedade, atendendo a princípios da justiça, da ética, e da cidadania, (BRASIL, 2018), percebemos que as proposições da Lei nº 13.415/2017 (BRASIL, 2017), que institui o novo Ensino Médio, está seguindo em outra direção, ao propor a formação de sujeitos que atendam ao mercado do trabalho, sem reflexão sobre a fragmentação da formação integral pela escolha de caminhos formativos.

5 A PARTE DIVERSIFICADA DO CURRÍCULO E A BASE NACIONAL COMUM

Como já dito, a BNCC-EM está prevista em diversos documentos oficiais, desde a Constituição Federal (BRASIL, 1988), passando pela LDB nº 9.394/1996, pelas DCN e pelo PNE, todos enfatizam a necessidade de um currículo comum à Educação Básica brasileira.

Assim, os currículos das escolas deverão ser reorganizados por uma Base Nacional Comum e por uma parte diversificada, vinculada às áreas de conhecimento (BRASIL, 1996; 1998). A parte diversificada do currículo deve levar em consideração a contextualização e outras formas de integração curricular, como modo de relacionar a formação dos estudantes ao mercado de trabalho, podendo haver também a preparação para uma profissionalização específica (BRASIL, 1998; 2010).

Na proposta do EMP/RS (2012-2014), os Seminários Integrados (SI), constituindo espaços de formação integrados por professores e alunos, foram entendidos como parte diversificada, tendo em vista o conhecimento em complexidade crescente, desde o primeiro ano do Ensino Médio, articulando o núcleo comum (componentes curriculares das áreas do conhecimento), aos eixos transversais da parte diversificada, com diferentes temas a serem desenvolvidos aos projetos, tendo a pesquisa como princípio pedagógico (RIO GRANDE DO SUL, 2011a).

Na área de Ciências da Natureza, os eixos transversais da parte diversificada poderiam contemplar aspectos mais relacionais a outras áreas de conhecimento, uma vez que a proposta de Investigação no Campo de Ciências da Natureza e Meio Ambiente do EMP/RS apresentadas no Quadro 1, que será apresentado mais a frente, mostram que apenas tais temáticas possuem possibilidades de relação com os componentes, Física, Química e Biologia de modo interdisciplinar, subentendendo-se que os outros eixos pudessem estar relacionados a outras áreas.

Em políticas públicas curriculares, a questão dos caminhos formativos no Ensino Médio vem sendo retomados. Nas DCNEM (BRASIL, 2012) já era enfatizada a ideia de itinerários formativos, com a parte diversificada sendo opcional aos estudantes. Segundo o documento do MEC, em tais itinerários deve ter garantida a relação da ciência com as dimensões do trabalho, da cultura e da tecnologia como eixo integrador de modo que atenda às necessidades dos sujeitos, sendo o projeto político pedagógico das escolas o documento que garanta o atendimento a essas necessidades, fomentando a flexibilização aos sistemas de ensino (BRASIL, 2012).

Nas DCNEM (BRASIL, 2012), é enfatizado o trabalho como um princípio educativo e a pesquisa como princípio pedagógico, levando em consideração os direitos de aprendizagem com relação às áreas de conhecimentos e aos eixos articuladores, de forma contextualizada. A pesquisa como um dos princípios pedagógicos, pautada nas DCNEM (BRASIL, 2012) e, em consonância com a política da UNESCO (2011), subsidia teoricamente o Ensino Médio Integrado, pois prepara para o trabalho, em articulação com a vida dos estudantes, possibilitando e estimulando novos conhecimentos, por meio do viés da pesquisa, como forma de compreender diferentes questões sobre a sociedade e o mundo ao seu redor (RIO GRANDE DO SUL, 2011a)

Esse contexto de produção de textos (BALL, 1993; 1994), de certo modo, subsidia a promulgação da Lei nº 13.415/2017, pela qual o currículo do novo Ensino Médio passa a ser constituído a partir da BNCC-EM, prevendo itinerários formativos, compreendidos como de aprofundamento de uma ou mais áreas de conhecimento e de formação técnica-profissional (BRASIL, 2017). De modo diferente das versões anteriores, a BNCC-EM (BRASIL, 2018) articula as áreas do conhecimento e a formação técnica profissional aos itinerários formativos, por meio de competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos alunos do Ensino Médio.

Pode-se entender, então, que essa articulação integradora, pautada em um currículo por competências e habilidades (que os alunos devem desenvolver) e não mais por objetivos e direitos de aprendizagem (que os sistemas de ensino deveriam garantir), é uma estratégia que, em nome de uma possível flexibilização curricular, é colocada como obrigatória às instituições, porém, sem que saibam muito bem como será feita a oferta dos itinerários formativos, nem como garantir que as escolas consigam cumprir o anunciado pela Lei nº 13.415/2017 (BRASIL, 2017).

Entre os itinerários formativos está o de Ciências da Natureza, restrito às ofertas das escolas, mas será que esse será um caminho formativo de interesse dos estudantes ou mesmo das escolas? Obviamente, sabemos que há falta de professores desta área de conhecimento, em especial das disciplinas de Física e Química e, além disso, a proximidade ou distanciamento dos estudantes das escolas, que ofertam tal área, ao local onde residem, pode ser determinante para a escolha do caminho formativo.

A BNCC-EM (BRASIL, 2018) dentro da organização do novo Ensino Médio prevê a criação de laboratórios a simular situações de trabalho à BNC e aos caminhos formativos, ficando a área de Ciências da Natureza atrelada às ações, tais como, *observação e experimentação*, relacionado a Física, Química e a Biologia. Isso implica em prover, às escolas, infraestrutura, tais como os la-

boratórios de Ciências, mas também recursos humanos para que atividades experimentais possam ser executadas. Será que essa demanda da maioria das escolas públicas poderá ser atendida a contento? ou a observação e a experimentação ficarão restritas a ações isoladas de alguns professores? Fiquemos com esse questionamento para refletirmos e aprofundarmos com investigação e análise sobre o contexto da prática.

Assim, mesmo que o PNE, Lei nº 13.005/2014 tenha, entre suas metas e estratégias, a melhoria de infraestrutura e a capacitação profissional dos docentes, ainda não se vislumbra tempo necessário para que as condições sejam iguais a todos os estudantes do país (BRASIL, 2014). Para Ball e Mainardes (2011), as políticas são desenvolvidas para escolas que possuem estrutura e condições de trabalho adequadas, não para espaços que carecem de infraestrutura e de apoio pedagógico, de formação docente e de gestão escolar.

Com isso, Lopes (2005) reitera que, a proposta de um currículo nacional tem o propósito de homogeneizar padrões para a aquisição de saberes universais, como os relacionados ao mercado, à vida, às tecnologias do mundo globalizado, à necessidade de formar uma elite dirigente, mas nem sempre estão voltados às relações democráticas de cidadania, numa perspectiva emancipatória.

6 COMO TEM SIDO POSSÍVEL PENSAR EM CONTEXTUALIZAÇÃO E INTEGRAÇÃO CURRICULAR NA ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA AO CONTEXTO DA PRÁTICA?

Na literatura, são encontradas produções científicas que referem a integração curricular prevista pelo MEC, que ocorreria por meio da contextualização associada à interdisciplinaridade, como forma de princípio curricular em políticas curriculares (LOPES, 2002), mas, também, da interdisciplinaridade, como discurso regulador das políticas de currículo (ABREU, 2002) ou da visão da contextualização associada aos componentes curriculares, como um fraco princípio integrador (LOPES; GOMES; LIMA, 2003). Além dessas, outras produções discutem a recontextualização das políticas por processos híbridos no contexto da prática (LOPES, 2004; 2005; 2008) e das significações surgidas por meio das traduções contextualizadas (LOPES; CUNHA; COSTA, 2013), entre outras produções que enfatizam o currículo como central no processo de contextualização e recontextualização.

Em documentos do MEC, a contextualização e a interdisciplinaridade tornam-se expressão de integração curricular envolvendo diferentes temáticas apresentadas no contexto das políticas curriculares para o Ensino Médio, na área

de Ciências da Natureza. O estudo de Lopes, Gomes e Lima (2003) leva em consideração a concepção de contextualização como princípio integrador, sendo o mais próximo que podemos pensar para a integração curricular na área de Ciências da Natureza, considerando a organização de tempos e espaços nas escolas.

Nesse período de 20 anos de sugestões e recomendações para mudanças curriculares no Ensino Médio, foram pensadas temáticas a serem desenvolvidas no contexto da prática docente, envolvendo, por exemplo, *matéria e energia, vida e evolução, meio ambiente, tecnologia, educação para o consumo, sustentabilidade, comunicação e uso de mídias*, entre outros temas que estariam relacionados aos contextos dos estudantes.

Assim, o entendimento de integração pela contextualização vem sendo apresentado aos docentes, mas sem que esses tenham clareza de como recontextualizar no contexto da prática. Algumas propostas, como a do EMP/RS (2012-2014), se apropriaram da concepção de conhecimento humano, no sentido de transformação do mundo vivido, considerando a produção humana um processo de práticas sociais, no transformar da natureza pelo homem (RIO GRANDE DO SUL, 2011b).

No EMP, são considerados princípios orientadores: a *associação entre parte e totalidade*; o *reconhecimento dos saberes* e, a *teoria e prática*, todos esses vinculados ao contexto sócio-histórico dos discentes (RIO GRANDE DO SUL, 2011b). Nesse sentido, as proposições temáticas no EMP/RS apresentadas nos eixos temáticos transversais, estão relacionadas aos princípios em que a concepção de politecnia está inserida da ética, estética e da arte, ou seja, dentro da lógica do trabalho, em uma espécie de relação estreita, tendo a pesquisa como princípio pedagógico prioritário em relação a toda proposta.

A seguir, no Quadro 1, apresentamos a orientação/recomendação para o tratamento de temáticas a serem desenvolvidas ao longo do Ensino Médio, em diferentes documentos oficiais.

Quadro 1 - Síntese das proposições temáticas curriculares

Política Curricular	Organização Curricular/Ciências da Natureza
PCNEM (2000, + 2002) OCEM (2006)	Temáticas a serem contextualizadas visando ao desenvolvimento de competências e habilidades Energia Matéria Poluição Ambiental Biodiversidade Industrialização Vida Genética
EMP/RS (2012-2014)	Eixos temáticos transversais relacionados à parte diversificada Acompanhamento Pedagógico <i>Meio ambiente</i> Esporte e Lazer Direitos Humanos Cultura e Artes Cultura Digital Prevenção e Promoção da Saúde Comunicação e Uso de Mídias <i>Investigação no Campo das Ciências da Natureza</i> Educação Econômica e Áreas da Produção <i>(Conclusão)</i>
BNCC-EM 2015/2016	Temáticas em eixos estruturantes a serem contextualizadas visando atender aos objetivos de aprendizagem Energia Saúde Ambiente Tecnologia Educação para o consumo Sustentabilidade, entre outros
BNCC-EM 2018	Temáticas a serem contextualizadas visando ao desenvolvimento de competências e habilidades Matéria e Energia Vida e Evolução Terra e Universo

Fonte: (BRASIL, 2000, 2002, 2006, 2015, 2016, 2018; RIO GRANDE DO SUL, 2011a), com adaptações dos autores.

A proposta do EMP/RS não apresenta modelos explicativos às diferentes temáticas, deixando a integração e o diálogo entre as áreas de conhecimento, para a execução dos projetos, a critério do corpo docente, dentro dos Seminários Integrados (RIO GRANDE DO SUL, 2011a). No entanto, tais projetos, com base nos eixos temáticos transversais, deveriam garantir a interdisciplina-

ridade, levando em consideração as dimensões que compõem o EMP, como a cultura, a ciência, o trabalho e a tecnologia (RIO GRANDE DO SUL, 2011a).

Para Lopes e Macedo (2011) existem diferentes formas de integração curricular, sendo possível que a proposta por temas transversais alcance finalidades que possivelmente não seriam alcançadas somente pelos componentes escolares, uma vez que, essas tendem a se afastar do cotidiano dos alunos e de seus interesses.

No entanto, as autoras afirmam que os temas normalmente são colocados em uma posição inferior - transversal – ao currículo que é realmente valorizado – no eixo longitudinal – e que este regula e produz o conteúdo curricular. Em função disso, a lógica transversal, também proposta nos Seminários Integrados (EMP), é submetida à lógica da organização disciplinar, não conseguindo inserir no currículo finalidades e perspectiva crítica de formar sujeitos para a sociedade ao atentar para a problemática das desigualdades sociais (LOPES; MACEDO, 2011).

Dito isso, acrescentamos que a investigação no campo de Ciências da Natureza, no EMP/RS, como demonstrado no Quadro 1, é colocada como eixo temático transversal, mostrando a complexidade das políticas que orientam para o distanciamento da concepção disciplinar, ao mesmo tempo que promovem a integração curricular, via projetos, dentro de uma área de conhecimento específico que, no caso deste estudo, é a área de Ciências da Natureza.

Trazemos como exemplo, o tema *energia*, que é apresentado como proposta de articulação entre componentes curriculares e que não se restringe especificamente a um único componente, mas a toda a área de conhecimento. Um outro exemplo, são os conceitos de átomo, partículas e moléculas que, desde os PCNEM (BRASIL, 2000; 2002), as OCEM (BRASIL, 2006) e em diferentes versões da BNCC-EM, não estão necessariamente relacionados apenas à Química ou à Física, mas também à Biologia molecular.

Temas relacionado às grandes descobertas e às produções de conhecimentos, que viabilizam compreender as propriedades dos materiais e suas aplicações ao contexto da prática são vistos como temas que não demandam a especificidade de um único componente curricular, o que se apresenta como um desafio aos professores, sendo necessário a iniciativa de políticas de formação docente para a proposição e execução de integração curricular.

Mas isso, de certo modo, não estaria tornando a área de Ciências um espaço, no qual, a integração curricular justifique a falta de formação de professores em campos de conhecimento específicos como a Química, a Física e a Biologia? De certa forma sim, pois a integração entre diferentes disciplinas dentro da área de Ciências, em nome da interdisciplinaridade, por vezes, minimiza a falta de professores com formação de áreas específicas.

Mozena e Ostermann (2014) salientam que a interdisciplinaridade se mostra como um dos principais focos da educação no contexto brasileiro, especialmente para o Ensino Médio. Para as autoras, na área das Ciências da Natureza, isso chega a ser preocupante, uma vez que, além dos professores terem formados sob a perspectiva da disciplinaridade, as áreas de Física, Química e Biologia se apresentam com perspectivas epistemológicas e metodológicas distintas, podendo não ser reconhecidas, caso sejam trabalhadas de forma geral e por professores sem formação, que não estariam aptos a substituir outro professor em sua área ou campo de conhecimento (MOZENA; OSTERMANN, 2014).

No que se refere à concepção de interdisciplinaridade, na versão das DCNEM (BRASIL, 1998), essa é apresentada como princípio de caráter pedagógico, não tão pronunciado como nas DCN (BRASIL, 2010; 2012), que fundamenta e organiza a estrutura curricular das escolas, sendo que os projetos de ensino e demais atividades ocupam parte significativa da carga horária (MOZENA; OSTERMANN, 2014). Já, se considerarmos as orientações para a criação do Novo Ensino Médio, de acordo com Lei nº 13.415/2017, observa-se que as práticas curriculares assumem uma lógica mais disciplinar do que interdisciplinar, ao atender à BNCC-EM, cujos princípios curriculares são pautados por competências e habilidades (BRASIL, 2017).

Com relação aos conhecimentos, para compreender, por exemplo, as propriedades e aplicações dos materiais, considerando as dimensões submicroscópica e macroscópica, é importante que os alunos obtenham a noção conceitual do que sejam átomos, íons e moléculas, bem como do que sejam interações interatômicas e intermoleculares (BRASIL, 2015; 2016), o que demanda um conhecimento específico que precisa ser considerado, mesmo em uma proposta de ensino contextualizada.

De forma contextualizada, como apresentada em algumas das propostas curriculares, essa concepção da necessidade de estudar a noção *submicroscópica*, nos diferentes componentes curriculares, é minimizada quando não é desconsiderada, com a justificativa de que é complexa. Sem o desenvolvimento de modelos explicativos didáticos, as explicações, muitas vezes, ficam limitadas ao conhecimento geral do professor que, se não tiver conhecimento específico do campo, não consegue contextualizar o tema ou conceito tratado.

Ou seja, ressaltamos a importância da integração curricular na área de Ciências da Natureza, mas essa integração deve articular conhecimentos das disciplinas de Química, Física e Biologia, cujos professores precisam ter horários para planejamento conjunto. Sem isso, ou os professores conseguem, no máximo, tratar um tema comum isoladamente em suas disciplinas, ou, na falta de

professores, a integração curricular é realizada por um (ou dois) professor(es), que assume(m) as disciplinas da área, o que seria um problema, considerando, por exemplo, que a compreensão de alguns conceitos em Ciências muito abstratos, exigem do docente formação na área na qual atua.

Em consonância com o dito anteriormente, Imbernón (2011) propõe trabalho coletivo e colaborativo, como modo de promover o desenvolvimento profissional dos professores, pois lhes permitiria pensar com o grupo, possíveis soluções para situações problemáticas que surgem na profissão docente. Nesse sentido, tais ações conjuntas entre os docentes poderiam ser uma possibilidade para desmitificar as diferentes questões postas pelas políticas curriculares em seus textos, como a própria noção de interdisciplinaridade. Ainda, no caso da integração curricular prevista pela BNCC-EM, as versões da BNCC-EM (BRASIL, 2015; 2016) deixam por conta dos professores a busca de estratégias para atender aos objetivos de aprendizagem previstos.

Na versão da BNCC-EM (BRASIL, 2018), as proposições temáticas estão diretamente relacionadas às competências e habilidades, enfatizando propostas de ações mais individuais do que coletivas, ao referir competências específicas, cuja contextualização é voltada aos processos tecnológicos e de produção material. De certa forma “abandona” a ênfase na interdisciplinaridade, anteriormente considerada como forma de integração curricular, ao referir conteúdos disciplinares como, por exemplo, cálculo estequiométrico; equilíbrio químico; fissão e fusão nuclear; exobiologia; e mecânica newtoniana; entre outros (BRASIL, 2018), sem apontar a necessária articulação desses aos temas ou assuntos que deem sentido ao estudo de tais. Desse modo, a contextualização referida nos documentos como princípio integrador não é evidenciada, observando-se uma integração fragilizada, cujo contexto de produção de texto, em diferentes políticas curriculares, não parece estar em consonância com o contexto da prática.

Dito isso, Mozena e Ostermann (2014) apontam, com base em suas pesquisas que, a integração curricular em contexto de sala de aula, tem conjugado uma série de problemas e de dificuldades, as quais se originam pela falta de consenso de natureza epistemológica. Para as autoras, a não compreensão do que seja a integração curricular, dificulta ações integradoras, justificando a necessidade de mais trabalhos de pesquisas sobre o que se compreende sobre o tema. Para Imbernón (2016, p. 15) “é preciso trabalhar para a qualidade, a qualidade é prioritária”, não aceitando que sejamos cobrados pelas políticas, naquilo em que suas proposições de mudança menos oferecem, que é a estrutura das escolas e as boas condições de trabalho dos professores para que haja formação profissional permanente.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do estudo apresentado e do objetivo proposto, de analisar as políticas curriculares brasileiras em seus contextos de influência e de produção de texto, mostrando as diferentes nuances, entre uma política e outra, foi possível observar que, nesses vinte anos de proposições curriculares, grupos de financiamento apoiaram e incentivaram reformas curriculares, com uma lógica de educação mercantilizada, com base em uma visão da educação na perspectiva econômica de políticas do Banco Mundial.

Também foi possível perceber, por parte de grupos institucionais e legitimados, como o MEC, a UNDIME e o CONSED, por exemplo, o fomento à necessidade de instituir um currículo comum a todos os sujeitos de forma hegemônica, tendo como efeito disso, políticas que não dialogam com o contexto da prática docente. Com isso, os resultados e efeitos, são proposições curriculares que viabilizam ou facilitam a integração curricular de forma aligeirada e frágil, como é o caso da última versão da BNCC-EM, articulada à Lei 13.415/2017, que cria o Novo Ensino Médio e seus itinerários formativos.

Ademais, as proposições curriculares, no que concerne à área de Ciências da Natureza, tendo a interdisciplinaridade e a contextualização como princípio integrador, se mostrou, novamente frágil, uma vez, que uma maior clareza com relação à contextualização apontada nas duas primeiras versões da BNCC-EM e também no EMP/RS, com a proposta de temáticas transversais, não se mantém na última versão da BNCC-EM ou na proposta do Novo Ensino Médio.

Restou à perspectiva integrada, a composição de disciplinas em uma área, com seus professores (caso haja), trabalhando de forma isolada, fazendo a integração por meio da contextualização dos conteúdos dentro de suas disciplinas como forma de integrar os conteúdos curriculares da escola à vida social. Nesse sentido, nos apoiamos em Beane (2000 apud LOPES; MACEDO, 2011), para ressaltar que é necessário maiores investimentos e melhores condições de trabalho aos professores/as para que integração curricular possa ocorrer de forma a melhorar a formação integral dos estudantes.

REFERÊNCIAS

ABREU, R. G. A integração curricular na área de ciências da natureza, matemática e suas tecnologias nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. 2002. 114f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

BALL, S. J.; BOWE, R. Subject departments and the 'implementation' of National Curriculum policy: an overview of the issues. **Journal of Curriculum Studies**, Abingdon, v. 24, n. 2, p. 97-115, mar. 1992.

_____. What is policy? texts, trajectories and toolboxes. **Discourse: Studies in the Cultural Politics of Education**, Abingdon, v. 13, n. 2, p. 10-17, abr. 1993.

_____. **Education Reform: A critical and post – structural approach**. Buckingham: Open University Press, 1994.

_____.; MAINARDES, J. (Org.). **Políticas Educacionais: questões e dilemas**. São Paulo: Cortez, 2011.

_____.; BOWE, R.; GOLD, A. **Reforming education and changing schools: case studies in policy sociology**. New York: Routledge, 1992.

BANCO MUNDIAL. **Priorities and Strategies for Education: a World Bank review**. Washington: The International Bank for Reconstruction and Development, 1995.

BAUMAN, Z. **Globalização: as consequências humanas**. Tradução de Marcus Penchel. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor Ltda., 1999.

BRASIL. Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 dez. 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm>. Acesso em: 30 out. 2018.

_____. Resolução nº 3, de 26 de junho de 1998. Institui as Diretrizes Nacionais Gerais para o Ensino Médio. **Diário Oficial da União**, Brasília, 27 jun.1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rceb03_98.pdf> Acesso em: 20 out. 2018.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação; Secretária da Educação Básica, 2000a. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2018.

_____. **Programa de melhoria e expansão do ensino médio: projeto escola jovem (Síntese)**. Brasília: Ministério da Educação; Secretaria de Educação

Média e Tecnológica, 2000b. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/Escola%20Jovem.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2018.

_____. **PCN + Ensino Médio:** orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2018.

_____. **Ciências da natureza e suas tecnologias.** Brasília: Ministério da Educação; Secretária da Educação Básica, 2006. (Orientações curriculares para o ensino médio, volume 2). Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf>. Acesso em: 30 out. 2018.

_____. Resolução nº 4, de 13 de julho de 2010. Define as Diretrizes Nacionais Gerais para a Educação Básica. **Diário Oficial da União**, Brasília, 13 jul. 2010. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/rceb004_10.pdf>. Acesso em: 30 out. 2018.

_____. Resolução nº 2, de 30 de janeiro 2012. Define Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. **Diário Oficial da União**, Brasília, 30 jan. 2012. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=9917-rceb002-12-1&Itemid=30192>. Acesso em: 30 out. 2018.

_____. Lei nº 13.005 de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 jun. 2014. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/l13005.htm>. Acesso em: 30 out. 2018.

_____. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília: Ministério da Educação; Secretária da Educação Básica, 2015. Versão preliminar.

_____. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília: Ministério da Educação; Secretária da Educação Básica, 2016a. Segunda versão revista.

_____. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília: Ministério da Educação; Secretária da Educação Básica, 2018. Terceira versão.

_____. Medida Provisória nº 746, de 22 de setembro de 2016. Institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral, altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e a Lei nº 11.494 de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 set. 2016b. Disponível em:

<<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/medpro/2016/medidaprovisoria-746-22-setembro-2016-783654-publicacaooriginal-151123-pe.html>>. Acesso em: 30 out. 2018.

_____. Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. **Diário Oficial da União**, Brasília, 17 fev. 2017. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/emendas/emc/emc95.htm>. Acesso em: 30 out. 2018.

_____. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação; Secretária da Educação Básica, 2018. Terceira versão entregue ao Conselho Nacional de Educação para aprovação final.

CASTRO, C. M. et al. **La educación como catalizador del progreso**: la contribución del Banco Interamericano de Desarrollo. Washington: Departamento de Desarrollo Sostenible/BID, 1998.

_____. et al. **Reforma de la educación primaria y secundaria en América Latina y el Caribe**. Washington, DC: Banco Interamericano de Desarrollo, 2000. (Serie de informes de políticas y estrategias sectoriales del Departamento de Desarrollo Sostenible).

CELLARD, A. A análise documental. In: POUPART, J. et al. (Org.). **A pesquisa qualitativa**: Enfoques epistemológicos e metodológicos. 3. ed. Tradução de Ana Cristina Arantes Nasser. Petrópolis: Vozes, 2012. p. 295-315.

DARDOT, P.; LAVAL; C. **A nova razão do mundo**: ensaio sobre a sociedade neoliberal. 1. ed. Tradução de Maria Echalar. São Paulo: Bom tempo, 2016.

DELORS, J. **Educação**: um tesouro a descobrir. Tradução de José Carlos Eufrázio. São Paulo: Cortez, 1998.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GÜNTHER, H. Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: Esta É a Questão? **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, v. 22, n. 9, p. 201-209, ago. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ptp/v22n2/a10v22n2.pdf>>. Acesso em: 09 nov. 2015.

IMBERNÓN, F. Un nuevo desarrollo profesional del profesorado para una nueva educación en el siglo XXI. **Skepsis**, São Paulo, n. 2, p. I-XX, 2011.

_____. **Qualidade de ensino e formação do professorado**: uma mudança necessária. São Paulo: Cortez, 2016.

LAVAL, C. **A Escola não é uma empresa**: O neo-liberalismo em ataque ao ensino público. 21. ed. Tradução de Maria Luiza M. de Carvalho e Silva. Londrina: Planta, 2004.

LOPES, A. C. Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e a submissão ao mundo produtivo: o caso do conceito de contextualização. **Educação e Sociedade**, Campinas, v. 23, n. 80, p. 386-400, set. 2002.

_____.; GOMES, M. M.; LIMA, I. S. Diferentes contextos na área de ciências nos PCNs para o Ensino Médio: limites para a integração. **Unijuí**, Ijuí, v. 69, n. 18, p. 47-66, 2003.

_____. Políticas curriculares: continuidade ou mudança de rumos? **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 26, p. 109-118, 2004.

_____. Políticas de Currículo: Recontextualização e Hibridismo. **Currículo Sem Fronteiras**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 2, p. 55-64, 2005.

_____. **Políticas de integração curricular**. Rio de Janeiro: Uerj, 2008.

_____.; MACEDO, E. **Teorias de Currículo**. São Paulo: Cortez, 2011.

_____.; CUNHA, E. V. R.; COSTA, H. H. C. Da Recontextualização à tradução: investigando políticas de currículo. **Currículo Sem Fronteiras**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 3, p. 392-410, dez. 2013.

MOZENA, E. R.; OSTERMANN, F. Uma revisão bibliográfica sobre a interdisciplinaridade no ensino das ciências da natureza. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 16, n. 2, p. 185-206, ago. 2014.

RIO GRANDE DO SUL. Proposta Pedagógica para o Ensino Médio Politécnico e Educação Profissional Integrada ao Ensino Médio (2011-2014). Porto Alegre: SEDUC/RS, 2011a.

_____. Regimento referência das escolas de Ensino Médio Politécnico da rede estadual. Porto Alegre: SEDUC/RS, 2011b.

SHIROMA, E. O.; MORAES, M. C. M.; EVANGELISTA, O. **Política Educacional**. 3. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2004.

UNESCO. Protótipos curriculares de Ensino Médio e Ensino Médio integrado: resumo executivo. Brasília: UNESCO, 2011.