Caminhos da Educação Matemática em Revista

ANO XII, 2019 - VOLUME 01

DISCUSSÕES TRANSVERSAIS EM TORNO DO ENSINO DE MATEMÁTICA: inclusão, interdisciplinaridade e neurociência

EDITORA IFS

IFS
Grupo de Estudos Pesquisas em Educação Matemática

AVALIAÇÃO CAPES 2017
QUALIS-ENSINO B2
QUADRIÊNIO 2013-2016

Ministério da Educação

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe

PRESIDENTE DA REPÚBLICA

Jair Messias Bolsonaro

MINISTRO DA EDUCAÇÃO

Abraham Bragança de Vasconcellos Weintraub

SECRETÁRIO DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA

Alexandro Ferreira de Souza

REITORA DO IFS

Ruth Sales Gama de Andrade

PRÓ-REITORA DE PESQUISA E EXTENSÃO

Chirlaine Cristine Gonçalves

INSTITUTO FEDERAL
Sergipe

Caminhos da Educação Matemática em Revista

DISCUSSÕES TRANSVERSAIS EM TORNO DO ENSINO DE MATEMÁTICA: inclusão, interdisciplinaridade e neurociência

PERIODICIDADE ANUAL

Ano XII, 2019 – Volume 01 ISSN 1983-7399

IFS
Grupo de Estudos Pesquisas em Educação Matemática

EDITORA IFS

TIRAGEM: 250 Exemplares

ISSN 1983-7399

Caminhos da Educação Matemática em Revista é uma publicação anual do GEPEM - Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática do IFS

INSTITUTO FEDERAL
Sergipe

Ficha Catalográfica

C183 Caminhos da Educação Matemática em Revista /
Instituto Federal de Sergipe. V.12, (2019). – Aracaju : IFS, 2019-.

Anual
ISSN 1983-7399

1. Matemática – Periódicos. 2. Ensino - matemática. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe.

CDU: 51(05)

Ficha catalográfica elaborada por Salim Silva Souza
CRB 5-1332

Prof. Dr. Laerte Fonseca,

CCLM/IFS, Editor Chefe
Coord. Geral da Revista

EDITORIAL 2019

Quando o alvo de discussões científicas é o ensino de matemática, quais seriam as perguntas que os leitores dessa edição poderiam fazer? Imagina-se que uma multiplicidade dado o caráter de transversalidade nessa área do conhecimento.

Facilmente percebemos que a matemática enquanto ciência que fundamenta o pensamento abstrato e, partindo-se dele, concebemos a racionalidade humana é fato que se torna impossível excluir seus ensinamentos, conteúdos ou noções. São esses que permitem a interligação entre as outras ciências exatas e, também, algumas humanas, como, por exemplo, a psicometria, ramo da psicologia.

Dito isto, agregar conhecimentos de outras áreas do saber para tentar analisar alguns problemas que surgem durante o processo de ensino e aprendizagem tem sido um novo desafio quando a neurociência cognitiva é convidada para esse debate. Os autores do primeiro artigo demonstram a importância de considerar o processamento cerebral da informação para fazer escolhas didáticas mais adequadas às necessidades pessoais dos alunos, pedagógicas dos professores e institucionais de todos os níveis de ensino.

Para apresentar justificativas da provocação acima, os pesquisadores do segundo artigo implementam alternativas para que o cérebro mobilize mais sinapses na medida em que existe a mudança entre as representações de uma função polinomial (algébrica, gráfica e problematizada). Os estudantes precisam compreender que um código pode variar por meio da necessidade de seu papel e, por isso, compreender as equivalências entre modelos matemáticos torna-se essencial para o avanço e ampliação de novas noções.

Num regresso à álgebra, os autores do terceiro artigo cumprem um importante papel social: desenvolver recursos pedagógicos para ensinar aritmética a um estudante cego. A contagem e suas operações se constituem a base da matemática elementar e seria impossível um aluno cego progredir sem que essas noções estejam bem armazenadas em suas memórias. O manuseio ou manipulação de materiais ativa outras áreas do cérebro que se encarregam de dar o sentido e significado que se busca alcançar. Essa alternativa metodológica não deveria se restringir apenas para os alunos cegos, mas para todos os escolares que precisam considerar todos os sentidos de entrada para aprender, por exemplo, matemática.

Com preocupação similar, no artigo seguinte foi implementada outra prática da inclusão em uma turma que continha alunos surdos. Os investigadores propuseram uma sequência de ensino para ajudar aos alunos surdos na compreensão da multiplicação que implica, onde a comutatividade não altera os resultados. Utilizaram-se da língua de sinais juntamente a materiais manipuláveis e perceberam como foi mais fácil os alunos surdos entenderem essa propriedade operatória básica na aritmética.

Por fim, a leitura retorna, de certa forma ao primeiro artigo quando mostra que o estudo da matemática não pode ser isolado, mas precisa ser considerado interdisciplinar. Surpreendentemente, alunos do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Alagoas-IFAL objetivaram aprimorar a aprendizagem dos alunos considerando um contexto que se referiu ao desenvolvimento de ações eficientes na redução do lixo produzido na escola. As noções matemáticas surgiam naturalmente quando precisavam fazer medidas, reconhecer formas geométricas e desenvolver cálculos para resolverem problemas que, de fato, existiam visivelmente e não apenas em seus imaginários congelados dentro de uma sala de aula.

Dessa forma, observa-se que qualquer que seja a situação, a matemática estará presente não sendo necessariamente ser apresentada de forma isolada, reprimido o uso dos outros órgãos do sentido e promovendo menos conexões sinápticas do que é necessário para doses de serotonina, acetilcolina e dopamina ocorrerem e favorecerem a aprendizagem escolarizada.

Fica aqui mais um convite para que leitores, alunos, professores e formadores passem a considerar as modernizações disponíveis para facilitar a aprendizagem matemática dos alunos em todos os níveis de educação.

Assim, deixo aqui o convite a todos e a todas para apreciarem os artigos dessa edição sem moderação.

Desejo boa leitura a todos!

Prof. Dr. Laerte Fonseca, editor chefe.
Pós-Doutorado e Doutorado em Educação Matemática (UNIAN/SP, UCB/Lyon 1-FR).
Professor Titular de Educação Matemática do instituto Federal de Sergipe.
Professor do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe.

SUMÁRIO

NEUROCIÊNCIAS E O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA: O CENÁRIO DAS PESQUISAS BRASILEIRAS

Rogéria Viol Ferreira Toledo[1]
Cintia Aparecida Bento dos Santos[2]

Resumo: A utilização dos conhecimentos da neurociência cognitiva nos estudos referentes à educação tem ganhado destaque nos últimos anos no Brasil. O interesse desse artigo é de acompanhar o processo de divulgação dessa teoria e suas contribuições nos estudos referentes a alguma etapa do processo de ensino-aprendizagem de matemática, já que se sabem as inúmeras funcionalidades e especificidades do cérebro na construção do conhecimento dessa ciência. Para isso, lançou-se mão de uma pesquisa do tipo estado do conhecimento para que a partir da localização do desenvolvimento desse tema no Brasil possam-se desenvolver novas pesquisas. Nos resultados dos trabalhos observamos com recorrência a importância que a neurociência cognitiva tem na constituição do processo de ensino-aprendizagem de matemática, considerando-se relevante o conhecimento desses conceitos pelos profissionais da educação. O que se pôde concluir é que como se trata de uma área nova no Brasil e interdisciplinar, é preciso a junção de pesquisadores da área da educação matemática e da área da neurociência de forma a juntos, poderem realizar pesquisas e produzir resultados que gerem um conhecimento suficientemente embasado e sustentado pelos dois conceitos. Dessa forma, poder-se-ia contribuir substancialmente para novas metodologias de ensino que favoreçam o aprendizado de matemática.

Palavras-chave: Educação Matemática. Neurociência Cognitiva. Ensino-aprendizagem. Estado do Conhecimento.

Abstract: The use of knowledge of cognitive neuroscience in education studies has gained prominence in recent years in Brazil. The interest of this article is to follow the process of dissemination of this theory and its contributions in the studies referring to some stage of the teaching-learning process of mathematics, since the innumerable functionalities and specificities of the brain are known in the construction of the knowledge of this science. For this, a research of the type of state of knowledge was launched so that from the location of the development of this theme in Brazil, new research could be developed. In the results of the studies, we observed with recurrence the importance that cognitive neuroscience has in the constitution of the teaching-learning process of mathematics, considering that the knowledge of these concepts by education professionals is relevant. What could be concluded is that as it is a new area in Brazil and interdisciplinary, it is necessary to join researchers in the area of mathematics education and neurosciences so that together they can conduct research and produce results that generate knowledge sufficiently supported and supported by the two concepts. In this way, one could contribute substantially to new teaching methodologies that favor the learning of mathematics.

Keywords: Mathematics Education. Cognitive Neuroscience. Teaching-learning. State of Knowledge.

---

1 Doutoranda do Programa de Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul desde 2017. Mestre em Educação pela Universidade Federal e Viçosa (2013); Graduada em Licenciatura em Matemática pela Universidade Federal de Viçosa (2010). Atualmente é professora EBTT do IFMG campus Congonhas pertencendo ao Departamento de Matemática. e-mail: rogeria.viol@ifmg.edu.br

2 Doutora em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Cruzeiro do Sul. Mestra em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Cruzeiro do Sul. Graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade São Judas Tadeu. Licenciatura Plena em Matemática – Faculdades Integradas Tereza Martin (1999), Especialização em Educação Matemática pela PUC São Paulo. Atualmente é Coordenadora do Curso de Licenciatura em Matemática e docente das disciplinas relacionadas ao Ensino e a Didática da Matemática, e também atua como Vice-coordenadora da Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Cruzeiro do Sul. e-mail: cintia.santos@cruzeirodosul.edu.br

INTRODUÇÃO

O campo de estudos da Neurociência e Educação tem crescido significativamente nos últimos anos no mundo inteiro, chegando ao Brasil recentemente. Já são muitos os trabalhos em outros países que mostram como esse campo pode contribuir para a Educação, em especial se pensarmos na Educação Matemática. Os laboratórios de Neurociência e Educação Matemática têm feito grandes descobertas acerca de como funciona a construção dos conhecimentos matemáticos. Um exemplo desses laboratórios é o do Departamento de Psicologia da Rutgers University que fica localizado em Newark. O Mathematics, Reasoning, and Learning Lab**.** tem se concentrado em pesquisas sobre como o cérebro adquire e mapeia habilidades cognitivas complexas, como a Matemática. Usando a ressonância magnética funcional, eles estudam como as regiões cerebrais interagem durante as tarefas cognitivas exigentes e combina essas técnicas com programas de treinamento comportamental para explorar como o aprendizado forma a atividade cerebral. Todo esse trabalho tem auxiliado em descobertas de como amenizar as dificuldades de crianças com problemas de aprendizagem em Matemática e de crianças autistas.

A estrutura do racioncínio lógico-matemático é gerada pelas estruturas internas e neurofisiológicas do cérebro, tendo sua iniciação em torno dos 3 anos de idade. Além de saber os processos de amadurecimento do cérebro, é necessário ao docente saber também, por exemplo, o papel do sistema límbico[3] e das emoções como um elemento facilitador ou bloqueador do aprendizado e das relações entre mestre, aluno e classe (MAIO; CHIUMMO, 2012).

3 O sistema límbico é a unidade responsável pelas emoções e comportamentos sociais.

Ao saberem sobre esses novos conhecimentos na relação ensino-aprendizagem, os professores serão capazes de se interarem com seus alunos de forma a levarem em consideração no ensino as estruturas biológicas e como o aluno aprende e adquire conhecimento, favorecendo a aprendizagem e possibilitando ao aluno a conexão entre conhecimentos novos e aqueles já aprendidos anteriormente.

Cabe ressaltar que não se trata de incluir nos cursos de formação docente novas metodologias de ensino que negam todas as abordagens metodológicas historicamente construídas e legitimadas. Ao alterarmos os conhecimentos e as estruturas sociais, teremos automaticamente alterações nas metodologias. Os novos conhecimentos científicos interferem na relação ensino-aprendizagem e consequentemente nas abordagens metodológicas (MAIO; CHIUMMO, 2012).

As novas tecnologias, tais como a ressonância magnética e as tomografias (PET) aplicadas ao estudo do cérebro humano, possibilitam novas informações, dados e conhecimentos de como o cérebro funciona *in vivo,* fazendo com que devamos ter, no decorrer do século XXI, metodologias baseadas nesses conhecimentos, que poderão reforçar as já legitimadas ou alterá-las totalmente.

Diante dessas observações e das pesquisas que vêm sendo realizadas nesses laboratórios, conclui-se que os processos que o cérebro utiliza para a geração de conhecimento devem ser respeitados, caso contrário não haverá aprendizado.

Como dito anteriormente, no Brasil estamos em um processo de descoberta dessa relação e alguns trabalhos têm se dedicado a estudar um pouco mais sobre o processo de ensino-aprendizagem de matemática e a neurociência cognitiva. Assim, neste artigo objetiva-se organizar essas pesquisas construindo um trabalho do tipo estado do conhecimento para sabermos os resultados já obtidos e onde podemos aprofundar em novas pesquisas.

METODOLOGIA, AMOSTRA E ETAPAS

Para realização desse trabalho optou-se por analisar duas importantes fontes de pesquisas reconhecidas a nível nacional:

- Resumos de teses e dissertações do Banco de Teses da CAPES[4];
- Artigos dos principais periódicos da área de Ensino de Ciências de Matemática[5].

Optou-se por não delimitar o período de publicações, de forma a atingir um maior número de trabalhos, permitindo maior consistência nos dados obtidos desse estado do conhecimento. A escolha das duas fontes acima referendadas é devido ao fato de estas serem reconhecidas e utilizadas por pesquisadores de todo o Brasil e do mundo.

Resumos de teses e dissertações do Banco de Teses da CAPES

O objetivo do Banco de Teses da CAPES é facilitar o acesso a informações sobre teses e dissertações defendidas junto a programas de pós-graduação do país. O Banco de Teses faz parte do Portal de Periódicos da Capes/MEC. A Capes disponibiliza ferramenta de busca e consulta "resumos" relativos a teses e dissertações defendidas a partir de 1987. As informações são fornecidas diretamente a Capes pelos programas de pós-graduação, que se responsabilizam pela veracidade dos dados.

A busca nesse site deu-se pela utilização das ferramentas de pesquisa por palavras-chave. A primeira expressão digitada foi "Neurociências + Neurociência". Porém o número de dissertações e teses que apareceram (3985 trabalhos) através dessa busca foi demasiadamente extenso, visto que muitos dos trabalhos se referiam à área da medicina e psicologia, o que não é o objetivo desse trabalho, já que se pretende analisar o processo de ensino-aprendizagem de matemática. Sendo assim, optou-se pelo refinamento colocando os seguintes filtros: a) grande área do conhecimento: ciências exatas e da terra, ciências humanas, multidisciplinar; b) área do conhecimento: ensino, educação, ensino de ciências e matemática, ensino aprendizagem, interdisciplinar, matemática, matemática aplicada, psicologia do ensino e da aprendizagem; c) área de concentração: educação em ciências e matemática, educação matemática, ensino de matemática, ensino de ciências e matemática.

Dessa filtragem foram obtidos 9 (nove) resultados. Após a leitura dos títulos e resumos, reduzimos o número inicial para 2 teses. Os trabalhos não escolhidos foram devido ao fato de não serem referentes à análise de alguma parte do processo de ensino-aprendizagem de matemática.

Fazendo filtragens aleatório-exploratórias com essa expressão, foi possível selecionarmos mais uma dissertação.

4 O site de busca é www.catalogodeteses.capes.gov.br e foi acessado no dia 17/01/2018.
5 A busca foi realizada no site de cada revista selecionada no dia 17/01/2018.

Outra expressão utilizada na busca foi "neuroeducação", para tentar selecionar trabalhos da área de educação também. Nessa busca obtivemos 16 resultados de teses e dissertações. Com a leitura dos títulos e resumos, foi selecionada uma única dissertação que se enquadrava dentro do proposto. Sendo assim, totalizamos 4 trabalhos, detalhados a seguir.

Artigos dos principais periódicos da área de Ensino de Matemática

Para a realização da pesquisa, na lista de periódicos classificados com Qualis da CAPES em Ensino, buscou-se por todas as revistas nacionais especializadas em Educação Matemática com Qualis A1, A2, B1 e B2, totalizando 14 revistas.

Após essa seleção foi realizado o acesso a cada uma dessas revistas por meio *online* e procedemos com a busca dos artigos colocando como termos de busca as expressões: "neurociência", "neurociências", "neuroeducação". Foi possível encontrar artigos referentes a neurociências em quatro periódicos, sendo que em um deles, havia uma edição especial dedicada ao tema.

Na primeira aparição foi exibido um total de 13 artigos relacionados a essas expressões. Porém, um artigo publicado na "Abakós" não foi selecionado por se tratar de neurociência no ensino, mas não no ensino de matemática. Além desse, a edição especial sobre neurociências do periódico "Caminhos da Educação Matemática em revista" trouxe um total de 10 artigos, dos quais 4 também discutiam a neurociências aplicada à educação de forma geral, não se dedicando a discussões sobre

QUADRO 1: Teses e dissertações selecionadas na busca ao banco de Teses da CAPES

ANO	TÍTULO	AUTOR	PROGRAMA
2015	[1][6] TESE: Olhar sem olhos: cognição e aprendizagem em contextos de inclusão – estratégias e percalços na formação inicial de docentes de matemática.	Salete Maria Chalub Bandeira	Doutorado em Educação em Ciências e Matemática – UFTM – UFPA - UEA
2015	[2] TESE: U**m estudo sobre o ensino de funções trigonométricas no Ensino Médio e no Ensino Superior no Brasil e França.**	Laerte Silva da Fonseca	Doutorado em Educação Matemática - Universidade Anhanguera de São Paulo
2015	[3] DISSERTAÇÃO: Dificuldades de aprendizagem: as contribuições da neurociência para o ensino de matemática.	Rosilene Maria do Nascimento	Mestrado em Educação -Universidade Cidade de São Paulo
2016	[4] DISSERTAÇÃO: A neurociência cognitiva e as potencialidades de gêneros no desempenho do raciocínio lógico-matemático.	Jeane Torres da Silva	Mestrado em educação em ciências na Amazônia - Universidade do Estado do Amazonas

Fonte: os autores.

6 Essa numeração entre colchetes será referendada posteriormente para identificação do trabalho.

o processo de ensino-aprendizagem de matemática. Sendo assim, os 8 artigos selecionados são descritos no Quadro 2 a seguir:

Fazendo um retrospecto, totalizamos 12 trabalhos que serão analisados à luz do processo de ensino-aprendizagem de matemática utilizando-se da teoria da neurociência cognitiva, sendo 2 teses e 2 dissertações e 7 artigos publicados em periódicos nacionais e 1 resenha (publicada no Bolema).

QUADRO 2 – Artigos selecionados nos periódicos de educação Matemática avaliados com Qualis CAPES A1, A2, B1 e B2

Ano	Títulos	Autor	Título da revista - nacionais
2007	[5] Ciências da Cognição podem ajudar a Educação Matemática?	Orlando de A. Figueiredo	Resenha -BOLEMA
2015	[6] A Musicalidade na Formação de Professores dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental: conversando sobre o sistema de numeração decimal	Hérica C.Gomes; Edvonete S. de Alencar	Boletim Online de Educação Matemática
2015	[7] Aspectos neuropsicológicos e da aprendizagem matemática em um caso de leucomalácia periventricular	Silvia C. de F. Feldberg; Thiago da S. G. Cardoso; Claudia B. de Mello; Mauro Muszkat; Orlando F. A. Bueno	Caminhos da Educação Matemática em Revista
2015	[8] Desenvolvimento da Aprendizagem Matemática: relações neurobiológicas esperadas pelo Sistema Nervoso Central	Laerte Fonseca	Caminhos da Educação Matemática em Revista
2015	[9] Dificuldade em matemática ou TEA? Entendendo a aprendizagem neurocientificamente	Tâmara R. R. Sales; Ester F. V. C. do Nascimento; Angélica de F. Piovesan	Caminhos da Educação Matemática em Revista
2015	[10] Fundamentos de Neurociência Cognitiva para a compreensão da relação ensino-aprendizagem em Matemática	Waldemar de Maio	Caminhos da Educação Matemática em Revista
2015	[11] Habilidades Visoespaciais e Desempenho em Matemática: Entre o Déficit e o Talento	Izabel Hazin; Jorge T. da R. Falcão	Caminhos da Educação Matemática em Revista
2015	[12] Princípios Neuroquímicos da Aprendizagem Matemática: o caso das razões trigonométricas no triângulo retângulo apresentadas em livros didáticos	Kleyfton S. da Silva; Laerte Fonseca	Caminhos da Educação Matemática em Revista

Fonte: os autores.

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Como resultados da investigação, foram construídas categorias de busca, seguidas de unidades de pesquisa e de análise, entre elas: a área dos autores; os objetivos da pesquisa, problema de pesquisa ou questão em discussão nos trabalhos; a metodologia utilizada; os participantes da pesquisa; e as conclusões, considerações ou produtos dessas pesquisas relacionadas à análise do processo de ensino-aprendizagem de matemática sob a ótica das neurociências.

Num primeiro momento é necessário evidenciar o ano de publicação destes trabalhos. Observe que 10 trabalhos foram publicados em 2015 e um publicado em 2016, o que corresponde aos últimos três anos. Um único trabalho foi publicado há mais tempo (2007) e trata-se de uma resenha de um livro norte-americano. Esse dado mostra o quanto essa linha de pesquisa é nova no Brasil.

Prosseguindo nossa apresentação, buscando conhecer quem escreve esses trabalhos, podemos perceber que a distribuição da área de estudo dos pesquisadores ocorre de forma a se ter a maior parte de educadores matemáticos interessados no tema (7), mas havendo também a presença de psicólogos (2), matemático (1) e pesquisadores da área de educação (2). Um dado que se destacou sobre os autores é que três trabalhos que compõem essa seleção tiveram em comum um mesmo autor. São eles os trabalhos [2], [8] e [12][7].

Sobre o quem vem sendo pesquisado no que se refere à temática "processo de ensino-aprendizado de matemática e a neurociências", percebeu-se três tipos de objetivos: as pesquisas que visavam divulgar a área de neurociências e suas contribuições no processo de ensino-aprendizagem de matemática; as que se dedicaram a utilizar os conceitos de neurociências no ensino de matemática, trabalhando com formação de professores ou criando metodologias de ensino; e as pesquisas que buscaram compreender a aprendizagem dos alunos em diversos tópicos da disciplina ou casos de alunos específicos. A tabela a seguir detalha os objetivos.

Cabe ressaltar que três trabalhos pretenderam com sua pesquisa analisar casos com doenças neurológicas (discalculia [9], leucomalácia ventricular [7], epilepsia idiopática generalizada do tipo ausência e altas habilidades [11]). Outros dois trabalhos analisaram casos com fatores biológicos caracterizados, como o que investigou alunos cegos [6] e outro com a diferenciação da constituição do raciocínio lógico-matemático entre os gêneros [4]. Houve também cinco trabalhos que fizeram sua investigação em torno de algum conteúdo específico de matemática, sendo eles: funções trigonométricas, sistema de numeração decimal, habilidades visoespaciais, raciocínio lógico-matemático e razões trigonométricas no triângulo retângulo.

Antes de conhecermos com mais detalhes os problemas e os resultados dessas pesquisas, vamos conhecer os caminhos que elas percorreram, como a metodologia, os participantes, os referenciais teóricos e as categorias de análise.

7 Essa numeração refere-se à elencada nos quadros 1 e 2.

TABELA 1 – Categorias dos objetivos dos trabalhos analisados

Divulgação da neurociência na educação	Entender o ensino de matemática...	Entender a aprendizagem de matemática...
Resenha de livro [5]	...para alunos cegos [1]	...analisando de forma geral as dificuldades de aprendizagem [3]
Trabalho teórico sobre DAM [8]	...de funções trigonométricas na transição do EM-ES [2]	...do raciocínio lógico-matemático entre homens e mulheres [4]
	...utilizando a música no ensino do Sistema de Numeração Decimal [6]	...em um aluno com Leucomalácia Ventricular [7]
		...diferenciando discalculia e dificuldade de aprendizagem [9]
		...listando alguns obstáculos epistemológicos [10]
		...referente às habilidades visoespaciais em alunos especiais [11]
		...sobre o conteúdo de razões trigonométricas no triângulo retângulo [12]

Fonte: os autores.

Os caminhos percorridos pelos pesquisadores

Dentre os doze trabalhos analisados foi possível perceber pesquisas de abordagem qualitativa, de forma que seis são de natureza de pesquisa de campo, cinco são de natureza teórica e um trabalho foi uma resenha de um livro norte-americano. Ressalta-se que por serem trabalhos da área educacional, é considerável o número de trabalhos teóricos, o que sugere a falta de um embasamento que forneça segurança ao pesquisador de fazer pesquisas de campo, já que se trata de uma área interdisciplinar (neurociência não é trabalhada na maioria dos cursos de formação inicial de professores). Para realizarem suas pesquisas, tem-se que os pesquisadores utilizaram os seguintes procedimentos metodológicos[8]: sete foram **levantamento bibliográfico**; duas foram **pesquisa ação**; duas foram **análise de material** (livros didáticos, planejamentos didáticos, provas); duas foram **estudo de caso**; uma foi **observação**.

Já no que se refere aos participantes das pesquisas, relata-se que em[9]: três pesquisas participaram **alunos do Ensino Fundamental**; duas pesquisas participaram **alunos do Ensino Superior**; uma pesquisa participaram **alunos do Ensino Médio**; uma pesquisa participaram **estudantes de cursos de licenciatura**.

Podemos concluir através desses dados que a maioria das pesquisas analisadas que têm como problema algo relacionado à análise do processo de ensino-aprendizagem sob os olhos da neurociência estão trabalhando inicialmente com levantamento bibliográfico e uma revisão de literatura, o que sugere o início do conhecimento pelos pesquisadores nesse campo de pesquisa. Além disso, quando os trabalhos partem para a pesquisa de campo, a mesma tem ocorrido prioritariamente com alunos (dos

8 Observe que uma mesma pesquisa pode ter utilizado mais de uma estratégia metodológica.

9 Observe que uma mesma pesquisa pode ter utilizado mais de um tipo de participante.

diversos níveis de ensino), demonstrando uma maior preocupação com a aprendizagem da matemática.

Tentando verificar quais são as principais referências teóricas utilizadas pelos pesquisadores de forma a ancorarem teoricamente a análise de seus dados, decidimos direcionar nosso olhar somente para os referenciais relativos a neurociências. Sendo assim, abaixo estão listados os teóricos citados em mais de um trabalho analisado: sete citaram Roberto LENT; cinco citaram Ramon M. CONSENZA e Leonor B. GUERRA; cinco citaram Michael S. GAZZANIGA; cinco citaram Eric KANDEL; cinco citaram Lev VYGOTYSKY; três citaram Laerte FONSECA; três citaram Vitor da FONSECA; três citaram Ivan Antonio IZQUIERDO; três citaram Howard GARDNER; dois citaram Marta Pires RELVAS.

Ainda assim, destacaram-se alguns teóricos da área da didática da matemática, sendo eles: três citaram Yves CHEVALLARD; dois citaram Raphael DOUADY; dois citaram Saddo Ag ALMOULOUND.

Através desses dados percebe-se a utilização de referências clássicas da área de psicologia, como Vygotysky. Percebe-se também a ligação entre a teoria da didática da matemática clássica e a teoria vanguardista da neurociência cognitiva, mostrando uma possível interligação entre as mesmas.

Agora passaremos a analisar quais foram os resultados que surgiram e o que os pesquisadores utilizaram para aferir esses resultados em suas pesquisas. Decidimos por apresentar os dois tipos de pesquisas encontradas (teóricas e de campo) e falar de cada uma separadamente.

Os trabalhos: seus problemas e resultados

Primeiramente serão apresentados os trabalhos que se ancoraram na revisão de literatura para realizar suas discussões e emitir suas conclusões.

Nascimento (2015)[10] buscou compreender as contribuições da Neurociência para a melhoria da aprendizagem de matemática. Os dados foram produzidos por meio de revisão de literatura feita a partir de livros, artigos, teses e dissertações sobre o tema. A teoria da Neurociência para ela é importante para o docente, pois o ajudaria a conseguir compreender que atenção, percepção, concentração, estímulos sensoriais e as emoções influenciam diretamente o processo de aprendizado, memorização e o desenvolvimento da inteligência.

Figueiredo (2007)[11] buscou em seu artigo apresentar um livro que pode ser utilizados por Educadores Matemáticos. O livro intitulado *Where mathematics comes from: how the embodied mind brings mathematics into being* de autoria de George Lakoff e Rafael E. Núñez, publicado em 2001 em Nova York, fala sobre as relações da ciência da cognição na construção de conceitos matemáticos. Segundo o autor da resenha, os conhecimentos das ciências da cognição por meio do livro podem ajudar muito aos educadores matemáticos no ensino dessa disciplina.

Gomes e Alencar (2015)[12] propuseram no seu artigo refletir a proposta de utilização do ferramental didático da musicalidade como estratégia de ensino na matemática dos anos iniciais

10 [3] Dissertação de mestrado defendida em 2015.
11 [5] Resenha publicada no BOLEMA em 2007.
12 [6] Artigo publicado no Boletim Online de Educação Matemática em 2015.

do ensino fundamental, elegendo como conteúdo o Sistema de Numeração Decimal. Tratou-se de um estudo documental, referenciado em pesquisas acerca de musicalidade, corporeidade, cognição e educação matemática. Como conclusões, as autoras perceberam a importância do aprofundamento acerca do tratamento didático nas ações de planejamento e suas relações com a aprendizagem matemática considerando elementos da neurociência.

Sales, Nascimento e Piovesan (2015)[13] objetivaram compreender a diferença entre as dificuldades em matemática e a discalculia, caracterizada como um transtorno específico de aprendizagem (TEA), entendendo ambas do ponto de vista neurocientífico. A metodologia se constituiu de uma revisão bibliográfica que trata da discalculia, aprendizagem de Matemática, Educação Cognitiva e Neurociência Cognitiva. Segundo os autores as dificuldades de aprendizagem podem ser tratadas mais facilmente, enquanto os TEA demandam de metodologias específicas, de acordo com o grau de dificuldade diagnosticado. Portanto, concluíram que para que um discalcúlico consiga aprender determinados conteúdos, se faz necessário o uso de metodologias direcionadas às dificuldades e de caráter neurocientífico.

Outro trabalho teórico foi o Maio (2015)[14]. Este pesquisador já possui publicações de livros sobre a temática neurociências e educação matemática. Logo, seu artigo não se trata de uma revisão de literatura, mas de algo mais próximo de um ensaio teórico. No seu texto ele discutiu alguns obstáculos metodológicos que interferem na contemporaneidade da sala de aula de matemática, citando inúmeros exemplos desses obstáculos relacionados ao ensino de matemática baseando-se na teoria da neurociência cognitiva.

Silva e Fonseca (2015)[15] objetivaram refletir sobre a aprendizagem das razões trigonométricas no triângulo retângulo com base nos princípios da neurociência cognitiva. Trata-se de um trabalho teórico acrescido de análise de livros didáticos do 9º ano aprovados no PNLD. Para essa análise dos livros, construíram um instrumento de análise categorizado nas lentes da neurociência cognitiva. As análises desvelaram que as tarefas apresentadas nos livros didáticos podem ou não servir como estímulos externos capazes de promover o disparo de grande quantidade de potenciais de ação ao longo dos neurônios. O armazenamento seletivo das informações adquiridas e, consequentemente, a efetivação da aprendizagem e memória depende da natureza dos estímulos e da frequência dos potenciais de ação na rede neuronal.

Percebe-se nesses trabalhos voltados a análises teóricas e documentais conclusões sobre a importância do conhecimento sobre o funcionamento do cérebro referente à parte cognitiva no processo de ensinar e aprender matemática. Alguns trabalhos foram mais superficiais em suas análises, outros mais sugestivos, de natureza de apresentação da teoria, e poucos analisaram efetivamente algum objeto matemático sob a ótica da neurociência.

Sobre os trabalhos que realizaram a parte da pesquisa de campo, temos a tese de Bandeira (2015)[16] que teve por objetivo propiciar a oferta de espaços, tempos, conceitos e práxis pedagógicas mediadas pelos processos cognitivos da reflexão

13 [9] Artigo publicado na revista Caminhos da Educação Matemática em Revista em 2015.
14 [10] Artigo publicado na revista Caminhos da Educação Matemática em Revista em 2015.
15 [12] Artigo publicado na revista Caminhos da Educação Matemática em Revista em 2015.
16 [1] Tese de doutorado defendida em 2015.

no contexto da formação inicial de docentes possibilitando a construção de saberes que tornam possível a inclusão de estudantes cegos nas escolas de Ensino Médio. Dentre suas conclusões, a autora defende a inserção de disciplinas sobre inclusão nos cursos de formação docente e defende o uso no ensino de matemática dos processos cognitivos da aprendizagem que decorrem e emergem das neurociências aplicadas à educação, destacando os processos cognitivos básicos (atenção, percepção e memória) e o desenvolvimento das funções psicológicas superiores (a atenção ativa ou voluntária, o pensamento lógico e a reflexão).

Fonseca (2015)[17] também trabalhou em sua tese com a teoria da neurociência cognitiva juntamente com a didática da matemática para analisar a transição do ensino das funções trigonométricas Ensino Médio-Ensino Superior. O autor constatou que, tanto no Brasil como na França, existe a ruptura na transição EM-ES causada pela mudança entre os domínios da geometria e das funções e, por outro lado, que a Memória de Longo Prazo, como princípio neurocognitivo, auxilia na resolução de tarefas sobre as noções de Funções Trigonométricas, desde que existam experiências didáticas centradas em contextos que reúnam sentido e significado. Este estudo utilizou-se profundamente dos conceitos de neurociência cognitiva nas análises dos dados obtidos em campo, por meio de atividades propostas aos alunos, documentos institucionais, dentre outros.

Silva (2016)[18] busca em sua dissertação confrontar os paradigmas da neurociência cognitiva com as diferentes perspectivas de desenvolvimento das habilidades dos gêneros masculino e feminino em relação à educação científica. Para a autora a questão gira em torno da neuroplasticidade, capaz de modificar suas funções a partir de estímulos externos, cujo desenvolvimento das habilidades cognitivas depende da interação entre a potência mente-cérebro, que é inata, e os estímulos do ambiente no qual estamos expostos. Assim, ela conclui que nossas diferenças de gênero estão relacionadas aos processos de desenvolvimento educacional aos quais meninos e meninas estão expostos desde a mais tenra existência.

Discutir, a partir de um estudo de caso, a importância da avaliação neuropsicológica e da aprendizagem na discriminação de possíveis indicativos do Transtorno Não Verbal de Aprendizagem (TNVA) em indivíduos com Leucomalácia Periventricular (LPV) foi o objetivo do trabalho de Feldberg, Cardoso, Mello, Muszkat e Bueno (2015)[19]. Os resultados revelaram que foram obtidos indícios significativos para a hipótese diagnóstica de TNVA, associada à prematuridade com lesão cerebral periventricular. Este se trata de um trabalho estritamente neurobiológico, não relacionado à educação matemática propriamente.

Fonseca (2015)[20] buscou promover a mobilização e sensibilização iniciais da atenção dos leitores para refletirem sobre seus próprios conhecimentos e concepções acerca do Desenvolvimento da Aprendizagem Matemática (DAM) considerando os resultados das pesquisas fundamentadas na neurociência cognitiva. Este artigo discute em partes os resultados obtidos por esse mesmo autor em sua tese de doutorado, citada aqui neste trabalho anteriormente. O autor reuniu argumentos de autoridades a respeito do funcionamento do processamento da informação

17 [2] Tese de doutorado defendida em 2015.
18 [4] Dissertação de mestrado defendida em 2016.
19 [7] Artigo publicado na revista Caminhos da Educação Matemática em Revista em 2015.
20 [8] Artigo publicado na revista Caminhos da Educação Matemática em Revista em 2015.

no cérebro, de forma a auxiliar aos atores do ensino de matemática a justificarem suas possíveis e inovadoras escolhas didáticas. Ele luta por um DAM espelhado em curiosidade, entusiasmado, criatividade, inovação e fonte da sensação de bem-estar. As conclusões sinalizaram a necessidade de a Educação Básica considerar o que ele chama de "sinfonia orquestrada" das funções cognitivas para um DAM típico.

Por fim, o trabalho de Hazin e Falcão (2015)[21] investigou a relação entre desempenho escolar em matemática e habilidades visoespaciais, a partir da consideração de duas condições clínicas comumente caracterizadas a partir de diferenças em termos da visoespacialidade, a saber, a epilepsia idiopática generalizada do tipo ausência, associada a graves déficits visoespaciais e, as altas habilidades no domínio intelectual, associadas a alto desempenho nestas tarefas. Os resultados encontrados demonstram que as habilidades visoespaciais têm sido apontadas como relevantes para o sucesso acadêmico, notadamente em matemática. Eles ressaltam que o conhecimento acerca das diferentes formas de processamento da aritmética é central para a compreensão do ensino e aprendizagem da matemática em seus primórdios e para a educação especial.

Como se pode perceber nesse panorama dado sobre os trabalhos, o assunto sobre o qual cada um se dedica é demasiadamente distinto. Alguns trabalhos de campo se dedicaram a avaliar alguma área específica da matemática tendo como teoria de análise a neurociência cognitiva. Porém percebe-se fortemente a presença de estudos para casos de alunos com transtornos neurológicos. Tais estudos só podem ser realizados por quem tem amplo conhecimento dessas doenças, ficando a cargo de profissionais da saúde, como psicólogos.

Consideráveis números de trabalhos de autoria de educadores matemáticos se dedicam nas suas análises aos processos cognitivos básicos, como a atenção, percepção e memória, os quais a neurociência defende no ensino de qualquer conteúdo, bem como conceitos de como acontece a aprendizagem (memória a curto e longo prazos) e o desenvolvimento das funções psicológicas superiores (a atenção ativa ou voluntária, o pensamento lógico e a reflexão).

Percebe-se certa superficialidade em alguns trabalhos feitos por educadores matemáticos no que se refere à aplicação dos conceitos da neurociência cognitiva no processo de ensino-aprendizagem de matemática, ao mesmo tempo em que os trabalhos realizados por profissionais de outras áreas deixam a desejar em suas análises a parte do processo de ensino-aprendizagem e de conceitos específicos da matemática. Isso nos leva a pensar em algumas considerações finais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os trabalhos anteriormente mencionados compuseram o material de análise desse trabalho do tipo estado do conhecimento, que buscou mostrar como vem sendo feitas as pesquisas que propuseram analisar alguma parte do processo de ensino-aprendizagem de matemática tendo como referência para análise dos resultados a teoria da neurociência cognitiva, bem como verificar as recorrências e lacunas no que se refere a esse entendimento.

21 [11] Artigo publicado na revista Caminhos da Educação Matemática em Revista em 2015.

Pode-se perceber através dos resultados dessa pesquisa que o número de trabalhos que investigam essa temática é extremamente reduzido e que os mesmos passam a existir no Brasil a partir de 2015.

Nos resultados dos trabalhos observamos com recorrência a importância que a neurociência cognitiva tem na constituição do processo de ensino-aprendizagem de matemática, considerando-se relevante o conhecimento desses conceitos pelos professores ou futuros professores de matemática.

Viram-se também alguns trabalhos que já são capazes de orientar os professores sobre os conhecimentos da neurociência no ensino de matemática, tornando-se uma fonte de informações sobre o que fazer e até mesmo o que não fazer nesse processo de ensino.

Sendo assim, o que se pode concluir na leitura desses trabalhos, é que como se trata de uma área nova no Brasil, crescente na última década, e interdisciplinar, é preciso a junção de pesquisadores da área da educação matemática e da área da neurociências, como neurocientistas e psicólogos, de forma a juntos, poderem realizar pesquisas e produzir resultados que gerem um conhecimento suficientemente embasado e sustentado pelos dois conceitos. Dessa forma, poderíamos contribuir substancialmente para novas metodologias de ensino que favoreçam o aprendizado de matemática, utilizando as potencialidades das teorias já aceitas e institucionalizadas na área da didática da matemática juntamente ao conhecimento biológico do nosso cérebro para o aprendizado de algum conteúdo.

Nesse entendimento há um campo aberto de informações que ainda precisam ser obtidas, abrindo espaço para novas pesquisas, como: a forma como o cérebro desenvolve o raciocínio lógico-matemático; a forma como se ensina alguns conteúdos de matemática; a postura dos alunos frente ao desafio de aprender matemática; a forma de diagnosticar alunos com discalculia ou com super dotação e como proceder no ensino frente aos mesmos; cursos de formação docente, inicial ou continuada, pensando em como fazer chegar os conhecimentos da neurociência cognitiva aos professores e futuros professores, dentre outros.

Sendo assim, espera-se que este trabalho tenha contribuído para que se pudesse conhecer um pouco melhor o panorama das pesquisas que vem sendo realizadas e publicadas no Brasil no que concerne às etapas do processo de ensino-aprendizagem referendando-se na teoria da neurociência cognitiva, abrindo novos caminhos para novas pesquisas.

REFERÊNCIAS

BANDEIRA, S. M. C. **Olhar sem os olhos: cognição e aprendizagem em contextos de inclusão - estratégias e percalços na formação inicial de docentes de matemática.** 2015, 1v. 489p. Tese de Doutorado. Orientador: Evandro Luiz Ghedin Rio Branco. Universidade Federal de Mato Grosso, Universidade Federal do Pará, Universidade Estadual do Amazonas.

FELDBERG, S. C. de F.; CARDOSO, T. da S. G.; MELLO, C. B. de; MUSKAT, M.; BUENO, O. F. A. **Aspectos neuropsicológicos e da aprendizagem matemática em um caso de leucomalácia periventricular.** Caminhos da Educação Matemática em Revista, Aracaju, v.4, n.2, 2015.

FIGUEIREDO, O. de A. **Ciências da Cognição Podem Ajudar a Educação Matemática?** Bolema, São Paulo, v.20, n.27, 2007.

FONSECA, L. S. da. **Um estudo sobre o Ensino de Funções Trigonométricas no Ensino Médio e no Ensino Superior no Brasil e França.** 2015, 1v. 495p. Tese de Doutorado. Orientador: Luiz Gonzaga Xavier de Barros. Coorientadora: Jana Trgalová. Universidade Anhanguera de São Paulo, São Paulo (SP).

FONSECA, L. **Desenvolvimento da Aprendizagem Matemática: relações neurobiológicas esperadas pelo Sistema Nervoso Central.** Caminhos da Educação Matemática em Revista, Aracaju, v.4, n.2, 2015.

GOMES, H. C.; ALENCAR, E. S. A **Musicalidade na Formação de Professores dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental: conversando sobre o sistema de numeração decimal.** BoEM, Joinville, v.3. n.5, p. 18-32, ago./dez. 2015.

HAZIN, I.; FALCÃO, J. T. da R. **Habilidades Visoespaciais e Desempenho em Matemática: Entre o Déficit e o Talento**. Caminhos da Educação Matemática em Revista, Aracaju, v.4, n.2, 2015.

MAIO, de W.; CHIUMMO, A. **Didática da Matemática**. Rio de Janeiro: LTC, 2012. (Coleção Fundamentos de Matemática).

MAIO, W. de. **Fundamentos de Neurociência Cognitiva para a compreensão da relação ensino-aprendizagem em Matemática**. Caminhos da Educação Matemática em Revista, Aracaju, v.4, n.2, 2015.

NASCIMENTO, R. M. do. **Dificuldade de aprendizagem: as contribuições da neurociência para o ensino da matemática.** 2015, 1v. 169p. Dissertação de Mestrado. Orientador: Júlio Gomes Almeida. Universidade Cidade de São Paulo, São Paulo (SP).

SALES, T. R. R.; NASCIMENTO, E. F. V. C. do; PIOVESAN, A. de F. **Dificuldade em matemática ou TEA? Entendendo a aprendizagem neurocientificamente**. Caminhos da Educação Matemática em Revista, Aracaju, v.4, n.2, 2015.

SILVA, K. S. da; FONSECA, L. **Princípios Neuroquímicos da Aprendizagem Matemática: o caso das razões trigonométricas no triângulo retângulo apresentadas em livros didáticos.** Caminhos da Educação Matemática em Revista, Aracaju, v.4, n.2, 2015.

SILVA, J. T. da. **A neurociência cognitiva e as potencialidades de gêneros no desempenho do raciocínio lógico-matemático**. 2016, 1v. Dissertação de Mestrado. Orientador: Ierecê da Silva Barbosa. Universidade do Estado do Amazonas, Manaus (AM).

O ENSINO DE FUNÇÃO POLINOMIAL POR MEIO DA FORMA ALGÉBRICA, REPRESENTAÇÃO GRÁFICA E SUAS APLICAÇÕES

Daniela Santa Inês Cunha[1]
Niusláyne Rocha Batista[2]

Resumo: O presente trabalho é uma proposta de ensino de funções polinomiais através da exploração situações-problema que visa o desenvolvimento do pensamento algébrico dos estudantes. Os teóricos que alicerçaram este trabalho foram Ponte, Branco e Matos (2009) com as ideias do pensamento algébrico, o qual está subdividido em três fases: representar, raciocinar e resolver problemas e modelar situações. A primeira fase tem o intuito de realizar as múltiplas representações (o símbolo, o gráfico e a tabela), já a segunda fase tem a finalidade de relacioná-las, promovendo de maneira mais eficaz a exploração e interpretação de situações-problema, que se caracteriza como a terceira fase. Diante das diversas particularidades que puderam ser analisadas pelas múltiplas representações das funções polinomiais na resolução de problemas, foi observada a potencialidade em utilizar a metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação Matemática através da Resolução de Problemas defendida por Onuchic e Allevato (2011) que tem o propósito de desenvolver novos conceitos a partir das situações-problema. Devido à teoria do ensino do pensamento algébrico exigir as múltiplas representações, foi inserida a análise gráfica, onde necessitamos das teorias da Tecnologia da Informação e Comunicação pelo uso do aplicativo de celular Mathpix que permitiu a acessibilidade do gráfico dos polinômios, tornando possível articulação das múltiplas representações. Assim, a partir de problemas da Cinemática, foram trabalhadas as formas algébricas das funções e posteriormente as mesmas foram analisadas graficamente com o auxílio do Mathpix. Logo, a inclusão deste trabalho em sala de aula amplia a visão do estudante em relação aos polinômios.
Palavras-chave: Funções Polinomiais. Pensamento Algébrico. Situações-problema. Mathpix.

Abstract: The present study is a teaching proposal about polynomial functions through the exploration of problem-solving situations that aims the development of algebraic thinking in the students. The framework is based on the theorists Ponte, Branco and Matos (2009) with their ideas about algebraic thinking presented in three stages: to represent, to reason and to solve problems and model situations. The first stage seeks to drawn the multiple representations (symbol, graphics and table); the second stage aims to explore the relations between them, providing the most effective development and interpretation of problems, which is the third stage. Considering several particularities analyzed by the different representations of polynomial functions in problem-solving, the potentialities in the use of Onuchic e Allevato (2011) methodology of teaching-learning-Mathematic Evaluation was observed. This methodology has as objective develop new concepts based on problem situations. Due to the multiple representations demanded by the algebraic thinking theory, a graphic analysis was used. To do so, we needed the Information and Communication Technologies Theory, by the use of Mathpix app, which made possible the polynomial graphs and the link of several representations. From Cinematics problems, the forms of algebraic functions were worked and analyzed graphically supported by Mathpix. The use of this work in the classroom opens the understanding range of the student about polynomials.
Key words: Polinomial Functions; Algebraic thinking; problem situations; Mathpix.

1 Mestre em Ensino de Matemática e professora do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Bahia/ Campus Salvador. E-mail: danicunhamat@yahoo.com.br
2 Graduada em licenciatura em Matemática pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Bahia. E-mail: niuslayne@gmail.com

INTRODUÇÃO

Durante minha formação no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Bahia – IFBA no curso Licenciatura em Matemática onde participei do *Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência* (*PIBID*). Neste grupo discutíamos qual a melhor forma para abordar os conteúdos do ensino médio. Durante as reuniões surgiu uma inquietação sobre o ensino de Polinômios, pois ao analisar livros e lista de exercícios da própria instituição conseguimos verificar que a abordagem do conteúdo de Polinômios é meramente algébrica. Nessas reuniões estudamos as orientações dos **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio- PCNEM e percebemos que no ensino de Polinômios deve haver uma** relação entre forma algébrica e sua representação gráfica. Ao analisar de maneira mais detalhada sobre documentos oficiais foi observado que o ensino de polinômios não era apenas efetuar os cálculos algébricos e analisar gráficos, mas também é importante estabelecer conexões do conteúdo de polinômios com outras áreas do conhecimento. Neste sentido, este trabalho tem o intuito mostrar um caminho para colocar em prática as orientações do PCNEM:

> Aspectos do estudo de polinômios e equações algébricas podem ser incluídos no estudo de funções polinomiais, enriquecendo o enfoque algébrico que é feito tradicionalmente. Além das conexões internas à própria Matemática, o conceito de função desempenha também papel importante para descrever e estudar através da leitura, interpretação e construção de gráficos, o comportamento de certos fenômenos tanto do cotidiano, como de outras áreas do conhecimento, como a Física, Geografia ou Economia. Cabe, portanto, ao ensino de Matemática garantir que o aluno adquira certa flexibilidade para lidar com o conceito de função em situações diversas e, nesse sentido, através de uma variedade de situações problema de Matemática e de outras áreas, o aluno pode ser incentivado a buscar a solução, ajustando seus conhecimentos sobre funções para construir um modelo para interpretação e investigação em Matemática. (BRASIL, 2000, p. 44)

A grande motivação para o desenvolvimento deste trabalho foi à busca pelo estabelecimento das conexões citadas no contexto das funções polinomiais. Após *várias pesquisas* foram selecionadas aplicações no campo da cinemática para dar sentido ao ensino de polinômios, pois é um conteúdo que os estudantes de terceiro ano já teriam trabalhado em anos anteriores. Com este tripé, forma algébrica, representação gráfica e conexões com a física foi construída uma proposta de atividade que contemplasse o elo entre as múltiplas representações dos polinômios e suas aplicações.

Devido à necessidade de realizar as representações gráficas, escolhemos um software acessível aos estudantes com o propósito de não depender de um espaço físico para utilizar Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs). Afinal, uma das barreiras para aplicar uma atividade envolvendo as TICs é a falta de laboratório de informática nas escolas. Mas, *é possível desenvolver atividades produtivas sem muito investimento*, por esse motivo, foi escolhido um suporte tecnológico e versátil: o celular dos próprios alunos. Afinal, ao entrar em uma sala de aula observamos que a maior parte dos estudantes têm smartphone, pensando nisso escolhemos o aplicativo para celulares denominado Mathpix. O mesmo possui diversas funcionalidades como efetuar cálculos matemáticos e plotar gráficos, funcionalidade esta que foi utilizada nesta proposta. Ao escrever a função polinomial no papel, o estudante aproxima o celular para digitalizar a função, em seguida o aplicativo irá imprimir o gráfico na tela.

Ao apresentar situações-problemas contextualizadas no âmbito na cinemática, que podem ser modeladas por funções polinomiais é possível fazer análises através do gráfico dessas funções. Assim, foi elaborado um estudo dirigido contendo situações da cinemática que puderam ser resolvidas algebricamente e em seguida analisados os seus respectivos gráficos, tornando este momento mais enriquecedor para os estudantes, conciliando o conteúdo estudado em sala de aula com o mundo real. Portanto, a matemática não deve ser desprovida de significados, pelo contrário é necessário fazer conexões com outras áreas do conhecimento para que o conteúdo que está sendo estudado passe a fazer sentido.

O ENSINO DO PENSAMENTO ALGÉBRICO

Este trabalho tem como principal embasamento a perspectiva do ensino do pensamento algébrico. Na década de 80 surgiu a terceira corrente sobre o ensino da álgebra e, sobre tal perspectiva Ponte, Branco e Matos (2009) afirmam que esta corrente procura agora valorizar a linguagem algébrica como meio de representar ideias e não apenas como um conjunto de regras de transformação de expressões simbólicas. Trata-se, no fundo, de promover o *desenvolvimento do pensamento algébrico*. Esta perspectiva amplia a visão do estudante sobre o conteúdo que está sendo estudado, possibilitando a construção do saber pelo próprio estudante, dessa forma, este último consegue estabelecer uma relação com outras áreas do conhecimento utilizando o pensamento algébrico. Ponte, Branco e Matos (2009) estabelecem as vertentes fundamentais do pensamento algébrico de acordo com o quadro 1.

Primeiramente os estudantes devem compreender a representação simbólica da matemática sejam elas algébricas como, por exemplo, equações, ou sejam elas gráficas. A fase representar tem o intuito de compreender e articular estas representações, auxiliando o estudante na interpretação dos símbolos em diversos contextos.

Quadro 1- Vertentes Fundamentais do Pensamento Algébrico

Representar	• Ler, compreender, escrever e operar com símbolos usando as convenções algébricas usuais; • Traduzir informação representada simbolicamente para outras formas de representação (por objetos, verbal, numérica, tabelas, gráficos) e vice-versa; • Evidenciar sentido de símbolo, nomeadamente interpretando os diferentes sentidos no mesmo símbolo em diferentes contextos.
Raciocinar	• Relacionar (em particular, analisar propriedades); • Generalizar e agir sobre essas generalizações revelando compreensão das regras; • Deduzir.
Resolver problemas e modelar situações	• Usar expressões algébricas, equações, inequações, sistemas (de equações e de inequações), funções e gráficos na interpretação e resolução de problemas matemáticos e de outros domínios (modelação).

Fonte: adaptado Ponte, Branco e Matos (2009)

Na segunda fase o estudante deve raciocinar diante dessas articulações. Ao analisar as múltiplas representações é possível estabelecer algumas definições primárias, depois de vários casos semelhantes os estudantes têm a oportunidade de desenvolver uma visão ampla diante das diversas representações e analisar suas diversas características. A partir da analogia dos casos, conseguimos generalizar algumas ideias. Na terceira fase espera-se a interpretação e a resolução de situações-problema diante das diversas características que puderam ser analisadas pelas múltiplas representações.

O PCNEM+ reafirma as ideias do pensamento algébrico em seu capítulo "Álgebra: números e funções" tanto ao orientar sobre a aplicação de resolução de problemas simples de outras áreas do conhecimento no ensino de equações polinomiais quanto na unidade temática onde versa:

> • Reconhecer e utilizar a linguagem algébrica nas ciências, necessária para expressar a relação entre grandezas e modelar situações-problema, construindo modelos descritivos de fenômenos e fazendo conexões dentro e fora da Matemática.
> • Compreender o conceito de função, associando-o a exemplos da vida cotidiana.
> • Associar diferentes funções a seus gráficos correspondentes.
> • Ler e interpretar diferentes linguagens e representações envolvendo variações de grandezas.
> • Identificar regularidades em expressões matemáticas e estabelecer relações entre variáveis. (BRASIL, 2006, p. 123)

Os Parâmetros Curriculares Nacionais orientam que, a partir de uma situação-problema o estudante reconheça os símbolos algébricos dentro de um contexto e interprete-o articulando as múltiplas apresentações deste fenômeno, neste momento o discente desenvolve outra perspectiva sobre determinado fenômeno concretizando o estudo de relações. Ao resolver diversos problemas o estudante pode identificar regularidades e a partir destas estabelecer generalizações como, por exemplo, justificar propriedades.

Ao estudar o pensamento algébrico foi observada, na fase resolução de problemas, a necessidade de utilizar a metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas que tem o proposito de desenvolver novos conceitos a partir das situações-problema. Este entrelaçamento de recursos foi orientado pela BNCC:

> Os estudantes têm também a oportunidade de desenvolver o pensamento algébrico, tendo em vista as demandas para identificar a relação de dependência entre duas grandezas em contextos significativos e comunicá-la utilizando diferentes escritas algébricas, além de resolver situações-problema por meio de equações e inequações. (BRASIL, 2017, p. 517)

De acordo com as orientações do atual documento nacional curricular, podemos perceber o quanto a resolução de problemas é crucial para desenvolver o pensamento algébrico, sendo assim o tópico a seguir versa sobre a metodologia Resolução de Problemas e sua relação com o desenvolvimento do Pensamento Algébrico.

A RESOLUÇÃO DE SITUAÇÕES-PROBLEMA PARA DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO ALGÉBRICO

Para que os estudantes possam aprofundar seus conhecimentos algébricos se faz necessário a utilização das situações-problema, onde estes desenvolvem habilidades, portanto devemos considerar a resolução de problemas como metodologia da proposta de atividade. Desta forma, o PCNEM reafirma a linha do pensamento algébrico quando versa:

> O currículo do Ensino Médio deve garantir também espaço para que os alunos possam estender e aprofundar seus conhecimentos sobre números e álgebra, mas não isoladamente de outros conceitos, nem em separado dos problemas (...). Estes conteúdos estão diretamente relacionados ao desenvolvimento de habilidades que dizem respeito à resolução de problemas, à apropriação da linguagem simbólica, à validação de argumentos, à descrição de modelos e à capacidade de utilizar a Matemática na interpretação e intervenção no real. (BRASIL, 2000, p. 44)

De acordo com as diretrizes curriculares a resolução de problemas auxilia o estudante a se apropriar da escrita algébrica, bem como, auxilia na percepção certas regularidades no contexto através da validação de argumentos e interpretação de certas situações. Logo, esta metodologia auxilia o estudante a alcançar as fases do pensamento algébrico. Ao resolver problemas, os estudantes se tornam protagonistas da sua busca pelo conhecimento, além de ser mais atrativo, pois é uma maneira de contextualizar e dar sentido para o que se está aprendendo.

De acordo com teoria de resoluções de problemas defendida por Onuchic e Allevato (2011) foi elaborado um quadro-resumo que descreve o processo de uma atividade de resolução de problemas.

Quadro 3- Roteiro para implementação da metodologia de resolução de problemas.

Preparação do problema	Escolha do problema gerador
Leitura individual	Uma primeira leitura feita pelo aluno
Leitura em conjunto	Socialização das ideias e a cooperação entre eles quando houver dificuldade podendo recorrer a pesquisas em caso de dúvida.
Resolução do problema	Construção de uma matemática nova a partir do problema gerador.
Observar e incentivar	O professor tem o papel de mediar, questionar e tirar dúvidas secundárias estimulando o trabalho colaborativo.
Registro das resoluções na lousa	Os grupos deverão registar sua solução para apresentar os diferentes processos utilizados.
Plenária	Discussão da turma sobre os resultados encontrados.
Busca de consenso	Os estudantes devem chegar a um consenso sobre o resultado correto.
Formalização do conteúdo	Apresentação formal dos novos conceitos fomentado pela resolução de problemas.

Fonte: adaptado de Onuchic eAllevato (2011)

Na primeira etapa, o professor deve estabelecer o objetivo da atividade para escolher os problemas motivadores, pois deve ser observado se o problema atingirá seus objetivos. Também **é** necessário levar em conta se o público alvo tem pré-requisitos para resolver o problema, caso contrário o estudante não conseguirá realizar a atividade. Ao iniciar a aula, o professor precisa entregar o problema para uma leitura individual para que o estudante tente compreender o objetivo do problema. Em seguida os estudantes serão colocados em duplas ou equipes para partilhar opiniões e tirar dúvidas.

Na terceira fase as equipes ou duplas elaborarão verbalmente as conjecturas, em seguida é realizado o registro das conjecturas no roteiro, ou seja, tentarão resolver o problema. Nesta fase o papel do professor é mediar levantando questionamentos e tirando dúvidas de detalhes que impede o desenvolvimento da resolução do problema. Em seguida é crucial discutir se as respostas estão corretas, por isso há sempre um espaço para que os estudantes revejam e reformulem suas hipóteses. Neste momento o estudante deve justificar as ideias levantadas e avaliar os resultados encontrados pelos colegas realizando a discussão e buscando um consenso em relação à resposta. Na fase final o professor irá formalizar os novos conceitos que foram fomentados no processo de verbalização das hipóteses.

Muitas vezes apenas a resolução algébrica não é suficiente para desenvolver novos conceitos dentro de uma situação-problema devido às especificidades de determinados conteúdos. Assim, Ponte, Branco e Matos (2009) defendem a relação de várias estruturas matemáticas para interpretar um contexto.

> Deste modo, o pensamento algébrico inclui a capacidade de lidar com expressões algébricas, equações, inequações, sistemas de equações e de inequações e funções. Inclui, igualmente, a capacidade de lidar com outras relações e estruturas matemáticas e usá-las na interpretação e resolução de problemas matemáticos ou de outros domínios. (PONTE, BRANCO E MATOS, 2009, p. 11).

Assim para estes novos conceitos serem desenvolvidos deve-se recorrer a outras formas de representação. Considerando a representação gráfica como uma estrutura matemática, ao utilizar as múltiplas representações cumprimos a primeira fase do pensamento algébrico: representar; e para fazer esta representação foi necessário utilizar as Tecnologia de Informação e Comunicação que será tratada no próximo tópico.

A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO COMO FERRAMENTA PARA AS MÚLTIPLAS REPRESENTAÇÕES

A tecnologia da informação vem complementar a resolução de problemas possibilitando aos estudantes investigar diversas situações sob outra perspectiva. Mendes (2009) corrobora que, o estudo do uso do computador no ensino da Matemática, ou como ferramenta de investigação cognitiva, ou como maneira de renovar os cursos tradicionais, tem se firmado como uma das áreas mais ativas e relevantes da Educação Matemática.

Atualmente nosso cotidiano está sendo muito influenciado pelas interações com a tecnologia e essas inovações se refletem na sala de aula. A maioria dos estudantes utilizam essas tecnologias diariamente onde um dos aparelhos mais usuais é o “smartphone”. Logo, nós professores devemos discutir e explorar este potencial em sala de aula despertando motivação nas atividades a serem desenvolvidas. Como afirma ZULATTO (2002) em relação às potencialidades do uso de *softwares* em sala de aula, os professores destacaram como principais a “investigação/descobertas, visualização, dinamismo e motivação”.

O software matemático vem para potencializar o estudo de funções polinomiais no ensino médio, por este motivo escolhemos o Mathpix, pois com ele conseguimos plotar os gráficos, e como a construção destes, nós suprimos algumas limitações, já que, os estudantes não têm ferramentas algébricas como derivadas para estabelecer o comportamento gráfico da função polinomial. Os cálculos algébricos fornecem o comportamento da função em pontos isolados; já com os gráficos conseguimos ver de forma mais ampla como o dado fenômeno se comporta, sendo assim, estes gráficos permitem prever acontecimentos do referido evento. Como corrobora Ponte, Branco e Matos (2009), estes programas, tal como a calculadora gráfica, permite relacionar as informações dadas algebricamente com as representações gráfica e em tabela e apresentam os objectos matemáticos numa representação mais próxima da usual.

O intuito não é valorizar apenas uma representação, mas sim realizar a junção entre as múltiplas representações. Por isso, é importante relacionar os resultados algébricos com a imagem do gráfico a partir daí podemos analisar as consequências de teoremas e propriedades, sendo assim, as representações se complementam alcançando uma melhor compreensão do conteúdo.

> No final dos anos 80 e início dos anos 90, essa abordagem para funções é bastante questionada e surgem diversos autores [...] falando em representações múltiplas. Eles enfatizam que o importante não é privilegiar um tipo apenas de representação e, sim, diferentes representações para uma mesma função: a expressão algébrica, o gráfico e a tabela. E, mais do que trabalhar com cada uma dessas representações de forma isolada, Borba e Confrey(1996) propõem a coordenação entre elas como um novo caminho para o conhecimento de funções, ou seja, uma epistemologia das representações múltiplas. Assim essa nova abordagem só ganha força com ambientes computacionais que geram gráficos vinculados a tabelas e expressões algébricas.(BORBA, PENTEADO, 2012, p. 32)

Como orienta Borba, Penteado, nesta proposta temos o objetivo de relacionar as diversas representações utilizando a interface Mathpix. Esta interface permite explorar situações reais para produzir significado para os estudantes, considerando que, sem o Mathpix seria muito mais difícil expressar graficamente polinômios de grau maior que 2. Barbosa reafirma as ideias da epistemologia das representações múltiplas como um caminho de produzir novos conhecimentos utilizando uma interface quando afirma:

> Foi possível observar, nos episódios elaborados, que a produção do conhecimento dos alunos envolvidos, acerca desse conhecimento, ocorreu por meio de elaborações das conjecturas, formulada durante o processo de visualização potencializado pelas TIC. Tais conjecturas foram confirmadas

> ou refutadas, levando-se em conta o entrelaçamento das representações múltiplas, que permearam todas as atividades, e por um coletivo pensante seres-humanos-com-mídias, no qual o ser humano transforma e é transformado pelas mídias em um processo interativo. (BARBOSA, 2009, p. 173).

Como afirma Barbosa o estudante deve elaborar conjecturas com o amparo da TIC e ao visualizar e comparar com os resultados algébricos o docente irá desenvolver novas concepções, tendo em vista, o que foi desenvolvido nas equipes e depois compartilhado com a turma. Só assim, este pode comparar com os resultados dos colegas confirmando ou refutando suas conjecturas. Este processo mostra a interação que pode ser feita entre metodologia de resolução de problemas e a utilização da TIC.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho tem como o intuito propor o ensino de funções polinomiais integrando as múltiplas representações dos polinômios e suas aplicações. Para o desenvolvimento da proposta de ensino de funções polinomiais foi utilizado um roteiro composto de 4 problemas contextualizados e questões extras na parte de "Para exercitar". O público alvo para esta atividade é o 3º ano do Ensino médio e para aplicar são necessárias 2 aulas de 100min cada, utilizando o estudo dirigido para registrar as ideias e resultados e o Mathpix como ferramenta para explorar as múltiplas representações do polinômio. Antes de iniciar a atividade **é preciso garantir que os estudantes tenham** algumas habilidades como: compreender o que são expressões polinomiais; identificar o grau do polinômio; encontrar o valor numérico; fazer operações; verificar as raízes de multiplicidade por meio de fatores; efetuar pesquisa de raízes utilizando raízes racionais. Desta forma, os problemas não são o ponto de partida para o conteúdo de polinômios, porém os problemas continuam sendo a motivação para alcançar novos conhecimentos sejam estes: analisar graficamente a função polinomial; definir os intervalos de crescimento e decrescimento e seus pontos de extremos; identificar raízes simples ou múltiplas; determinar os intervalos onde a função é positiva ou negativa; formalizar o Teorema Fundamental da Álgebra e o Teorema de Bolzano como será vistos nas etapas seguintes.

Nas situações-problema da atividade encontram-se polinômios que descrevem modelos da cinemática, estas funções polinomiais generalizam estes eventos. A partir das variáveis dispostas, os estudantes vão manipular estes polinômios para resolver os problemas. Inicialmente deve ser feita uma leitura individual para que o aluno entenda o objetivo do problema. Em seguida os estudantes se organizaram em duplas ou equipes para compartilhar suas ideias e resolver algebricamente a atividade. O Quadro 1 apresenta a primeira atividade:

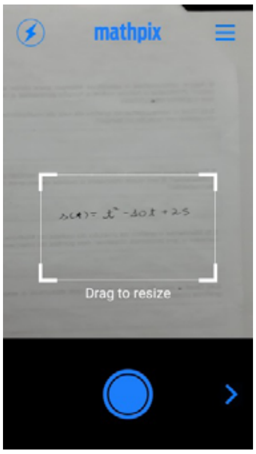
Quadro 1- Problema 1

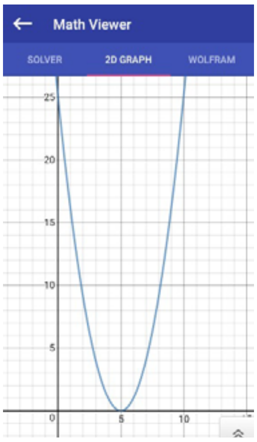
A função horária da posição de um automóvel que se desloca numa trajetória retilínea $S(t) = t^2 - 10t + 25$, onde s é medido em metros e t em segundos. Determine o momento em que o móvel muda de sentido, isto é, a velocidade passa de negativa para positiva.

Ao apresentar o problema é necessário recordar conceitos físicos sobre movimento retrógrado e progressivo para que o estudante tenha mais facilidade ao resolver o problema algebricamente e em seguida analisar seu gráfico. “Quando o móvel desloca-se contra o sentido da orientação da trajetória as posições decrescem no decorrer do tempo. Assim, nesse trecho, a velocidade é negativa, e o movimento é retrógrado; Quando o móvel desloca-se a favor da orientação da trajetória, as posições crescem no decorrer do tempo. Logo, nesse trecho, o movimento é progressivo”. A situação problema descreve a função horária da posição em relação ao tempo que gera uma função polinomial do 2º grau e a partir deste fenômeno podemos encontrar o momento em que o móvel muda de sentido. Estes aspectos devem ser analisados primeiramente com o cálculo algébrico, ao plotar o gráfico no Mathpix podemos analisar outras características deste contexto que serão descritos no Quadro 2.

Com a função polinomial os estudantes plotam o gráfico e relacionam com os resultados algébricos do problema, além disso, neste momento o discente desenvolve outra perspectiva sobre determinado fenômeno concretizando a primeira fase do pensamento algébrico estudo de relações. Ao relacionar os resultados algébricos com os gráficos os estudantes irão determinar os intervalos de crescimento da função, onde o movimento é progressivo e de decrescimento da função, onde o movimento é retrógado. Espera-se que os estudantes já tenham visto funções do segundo grau no primeiro ano do ensino médio, e desta forma, estes devem ter habilidade em identificar e definir o ponto de mínimo absoluto ou máximo absoluto da função polinomial. É pos'sível relacionar o cálculo algébrico do x do vértice com o ponto de mínimo absoluto da função dando requisitos para definir o máximo absoluto. E por fim analisar o gráfico e relacionar a quantidade de raízes da função com o seu grau, além de poder verificar o comportamento

Quadro 2- Análise gráfica do problema 1





Analisando o gráfico S **x t**

I)Para realizar essa atividade, utilizaremos o aplicativo Mathpix. Posicione o celular sobre a função polinomial e clique no botão que aparece na tela para que o gráfico seja plotado.

a) Qual o intervalo de decrescimento da função, ou seja, o intervalo onde o movimento é retrógado? E qual o intervalo de crescimento da função, ou seja, o intervalo em que o movimento é progressivo?

b) Identifique o ponto de mínimo absoluto da função polinomial em questão. Como podemos definir o ponto de mínimo absoluto para uma função polinomial qualquer?

c) Com a ajuda do *Mathpix e*sboce o gráfico uma função polinomial do 2º grau que possua ponto de máximo absoluto. Como podemos definir ponto de máximo absoluto para uma função polinomial qualquer?

d) Com relação a S(t), quais as raízes desta função? Analisando o gráfico, quantas raízes essa função têm? Existe alguma relação entre o grau do polinômio e a quantidade de raízes? Explique.

e)Como a multiplicidade é representada graficamente?

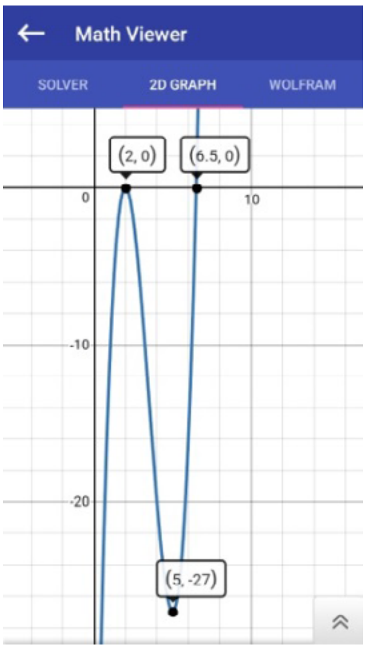
gráfico de raízes com multiplicidade 2.

No segundo problema, o nível de dificuldade aumenta um pouco, pois a situação **é representada** por uma **função de grau 3**. Este problema tem o objetivo de analisar casos semelhantes e construir novos conceitos a partir daqueles já estabelecidos. Ao analisar o V_2 **é possível** perceber comportamentos gráficos similares à primeira questão como: a relação entre a quantidade de raízes da função e o seu grau, além do comportamento gráfico de raízes com multiplicidade 2 nos itens a e b. Neste problema será desenvolvido um novo conceito de ponto de mínimo relativo da função polinomial a partir do conceito de mínimo absoluto discutido na questão anterior. Este momento caracteriza a fase raciocinar do desenvolvimento do pensamento algébrico, os estudantes justificam propriedades e teoremas do conteúdo de polinômios, através da verificação de casos semelhantes utilizando a representação gráfica e os cálculos algébricos o quadro a seguir mostra o problema 2 e sua análise gráfica.

Para resolver algebricamente a questão 3 serão utilizados os conhecimentos da relação entre a quantidade de raízes e o grau do polinômio e o comportamento gráfico de raízes com multiplicidade 2, aspectos já formalizados nas questões anteriores. Isso porque o problema fornece o gráfico de p_1 e a partir deste o estudante deve determinar sua função polinomial. Em seguida é necessário igualar algebricamente a função do ciclista com a do corredor para descobri os momentos de encontro, lembrando que, ao igualar estas duas funções o estudante encontrará uma nova função polinomial onde suas raízes são os momentos de encontro entre o ciclista e o corredor como podemos observar o problema no Quadro 4.

Depois de resolver algebricamente o problema é necessário analisar os gráficos. Primeiramente estuda-se o p_1 que representa a posição do ciclista, para perceber em quais momentos o ciclista percorre o sentido do movimento e quando se desloca contra o sentido do movimento. Quando é adicionado o gráfico do corredor é possível relacionar os resultados algébricos com a interseção entre os gráficos p_1 e p_2, onde estas interseções são justamente

Quadro 3- Problema 2 e sua análise gráfica



(UERJ- Adaptada) Numa autoestrada verificou-se que a velocidade média do tráfego V, entre meio-dia e seis horas da tarde, pode ser expressa pela seguinte função: $V(t) = 2t^3 - 21t^2 + 60t + 40$.Nesta função, V é a medida em quilômetros por hora, t é o número de horas transcorridas após o meio-dia. Qual o número de vezes, em um determinado dia, em que a velocidade média do tráfego atinge 92km/h, entre uma hora e seis horas da tarde.

Estudando o gráfico $V_2(t)$

a) Analisando o gráfico da função $V_2(t)=2t^3 - 21t^2 + 60t - 52$, quantas raízes essa função têm? Existe alguma relação entre o grau do polinômio e a quantidade de raízes? Explique.

b) É possível verificar todas as raízes de $V_2(t)$ apenas analisando seu gráfico?

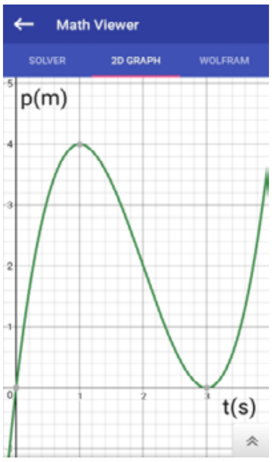
c) Qual a menor velocidade média que o carro assume entre duas e seis horas da tarde, ou seja, o menor valor que a função assume neste intervalo?

d) Observe agora no o intervalo para entre zero hora e seis da tarde. Qual o menor valor que a função assume neste intervalo?

e) tanto o ponto da letra **c** quanto da letra **d** é chamado de ponto de mínimo relativo. Como você o definiria?

Quadro 4- Problema 3

(UERJ- adaptada) Um ciclista e um corredor começam, juntos, uma competição. A curva abaixo, cuja equação é dada por **=** $\mathbf{t^3 + at^2 + bt + c}$, representa a posição **p**, em metros, do ciclista, em função do tempo **t**, em segundos, em que **a**, **b** e **c** são números reais fixos. No instante em que o ciclista parte da posição zero, o corredor inicia um movimento, descrito pela equação **= 4t**, na mesma pista e no mesmo sentido. Determine a posição mais afastada da origem na qual o ciclista e o corredor voltam a se encontrar.



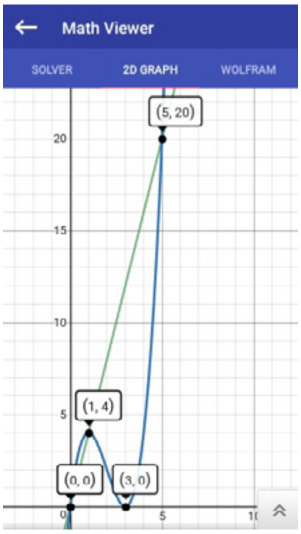
os pontos de encontro entre o ciclista e o corredor. Ao plotar o polinômio P(t), que foi encontrado algebricamente, pode ser analisado suas raízes. Estas coincidem com as abcissas dos pontos de interseção entre os gráficos p_1 e p_2 fortalecendo a relação entre os resultados gráficos com os algébricos Neste problema será desenvolvido um novo conceito de ponto de máximo relativo da função polinomial a partir das ideias de mínimo relativo relacionando com os instantes em que o ciclista e o corredor ficam mais distantes. E por fim foi validado o Teorema Fundamental da **Álgebra**[3] utilizando a relação entre a quantidade de raízes e o grau do polinômio. Todos estes aspectos podem ser observados no Quadro 5.

No problema 4 o polinômio v(t) modela a velocidade de um carro, mas o problema indaga em quais instantes o carro atinge determinada velocidade. Daí o estudante encontra o polinômio V(t) que descreve os momentos em que o alarme toca, feito isto, é preenchido uma tabela onde dado alguns valores de t deve-se encontrar o valor numérico da função V(t). Depois de preenchida a tabela a atividade pede para o estudante analisar o sinal da imagem da função para perceber as imagens alternando o sinal. Ao plotar o gráfico V(t) o estudante pode deslizar com dedo em cima da curva observando o sinal da imagem da função, assim é possível determinar os intervalos onde a função é positiva e negativa. Daí os estudantes podem perceber que entre uma imagem positiva e negativa existe pelo menos uma raiz, em seguida deve ser levantado o questionamento: "Dados x_1 e x_2 tais que $p(x_1)$ e $p(x_2)$ sejam não nulos e tenham o mesmo sinal, pode-se garantir que não existe raiz neste intervalo?". Logo, pode ser discutida com a turma a possibilidade de uma raiz de multiplicidade par, onde o gráfico pode está com a imagem positiva tangencia o eixo x e volta a ser positiva, o mesmo ocorre no caso do gráfico está com a imagem negativa. O segundo caso é não ter raiz quando simplesmente admitimos um intervalo onde a o sinal da imagem é toda positiva ou negativa e não toca o eixo x como pode ser verificado no Quadro 6 com as informações da atividade.

Para finalizar esta questão deve ser formalizado o Teorema de Bolzano, que foi baseado no Teorema Fundamental da Álgebra. Dentre as várias maneiras de demostrar este teorema foi retirado esta demonstração do livro "O Romance das Equações Algébricas" do autor Garbi (2010) com o intuito de ser utilizada pelos professores de ensino médio em suas aulas, já que esta não utiliza

3 **Teorema fundamental da Álgebra:** Toda equação algébrica P(x)=0 de grau n (n≥1) possui pelo menos uma raiz complexa(real ou não). Corolário: Toda equação polinomial de grau n admite exatamente n raízes complexas.

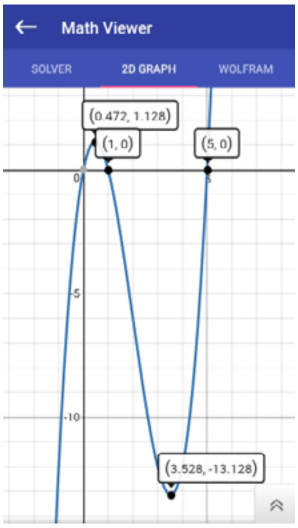
Quadro 5- Análise gráfica do problema 3



3.1) Para quais intervalos o ciclista desloca-se no sentido positivo do movimento, ou seja, a função é crescente? E em quais intervalos o ciclista desloca-se no sentido negativo, ou seja, a função é decrescente?

3.2) Mantenha o gráfico da posição do ciclista no Mathpix, agora adicione o gráfico da posição do corredor o que podemos observar nos pontos de intersecção dos gráficos?

3.3) Qual a relação entre a função que descreve o ***encontro*** do ciclista e o corredor com os gráficos plotados na questão 3.3?



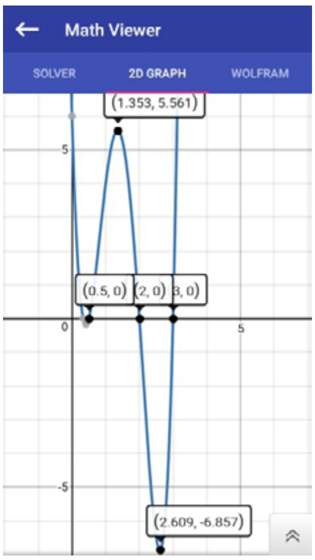
Agora vamos analisar apenas o gráfico P(t) que descreve o *encontro do ciclista e do corredor*

a)Entre os instantes t=0s e t=6s em quais momentos o ciclista e o corredor ficaram mais distantes?

b)Estes pontos são chamados de pontos máximo e mínimo relativos. Defina máximo relativo e escreva a diferença entre máximo relativo e máximo absoluto?

c)E agora? A relação que você escreveu anteriormente sobre a quantidade de raízes e o grau da função polinomial P(t) é válida nesse caso? Explique (se necessário, faça alterações na relação citada).

Quadro 6- Problema 4 e sua análise gráfica



A velocidade de um carro é expressa por . Onde v(t) é a medida em quilômetros por hora e t é o número de horas de viagem. Esse veículo possui um sistema que toca um alarme quando o carro atinge a velocidade de 80 km/h. Escreva a função que melhor descreve os momentos o alarme toca. Em seguida, complete a tabela com o polinômio que descreve o momento em que o alarme toca encontrando o valor numérico deste polinômio, para os valores de t.

4.1) Observe sinais e . Dados e tais que e sejam não nulos, o que pode ser observado?

4.2) Sejam ,, e não nulos, faça também uma análise dos sinais entre:

I. e . II. e. III. e .

Analisando o gráfico que descreve os momentos em que o alarme toca

a) Utilizando *Mathpix* plote o gráfico, em seguida deslize com o dedo sobre da imagem da função e descreva para quais intervalos de a função é positiva? E negativa?

b)Qual conclusão podemos obter diante destes intervalos?

artifícios de Cálculo e Análise Real, no quadro 7 será enunciado e demostrado o Teorema de Bolzano.

Desta forma os problemas geram questionamentos que produzem conhecimentos. Nesta situação o professor deve ser mediador auxiliando os estudantes a prosseguir com a atividade e promovendo a partilha de ideias entre os grupos. Tendo em vista as atividades, é possível perceber que na primeira fase o estudante estabelece algumas definições primárias a partir da observação dos gráficos. Depois de vários casos semelhantes **é possível que** os estudantes ampliem suas concepções diante das diversas representações e permitindo analisar as diversas características de uma função polinomial. A partir da analogia dos casos conseguimos generalizar algumas ideias e teoremas resolvendo problemas que eram modelados por funções polinomiais. Sendo assim, o caminho proposto pelas vertentes do pensamento algébrico auxilia no desenvolvimento e autonomia do estudante, neste caso, na produção de conhecimento do conteúdo de polinômios dando aos estudantes outra perspectiva em relação aos vários polinômios que geralmente são apenas efetuados cálculos algébricos.

A proposta conta com uma parte final chamada Para Exercitar que é uma sugestão para o professor. Onde os estudantes poderão exercitar algumas análises gráficas do problema 4 nos itens 1 e 2, já no exercício 3 os estudantes poderão fazer outros tipos de análises que não foram oportunizadas nos problemas. Dadas **às** funções polinomiais o estudante poderá perceber quando ocorrem raízes complexas e os tipos de multiplicidade par e impar

Quadro 7- Teorema de Bolzano

Teorema de Bolzano: Dados uma equação algébrica em sua forma canônica P(x)=0 e dois números reais a e b (a b), se P(a) e P(b) tiverem o mesmo sinal, o mesmo número de raízes reais da equação (eventualmente repetidas) dentro do intervalo (a, b) será par; se P(a) e P(b) tiverem sinais opostos, o número de raízes reais da equação (eventualmente repetidas) dentro do intervalo (a, b) será impar.

Demonstração:

Seja a equação P(x) =0; , ,..., suas raízes reais e , ,..., suas raízes complexas. Portanto,

P(x) =)... (...

Considerando que os binômios ...são em número par pois a cada raiz complexa corresponde a outra que é sua conjugada. Produtos de binômios do tipo binômios são complexos conjugados, são polinômios do tipo . Ora, estes polinômios, por serem somas de quadrados de números reais, são sempre positivos, para qualquer valor de x. Chamemos, então, o produto ... de M(x) e lembremo-nos de que, para qualquer x, M(x) > 0. Desta maneira, podemos escrever

P(x) =)...(

Se P(a) e P(b) têm o mesmo sinal, então P(a) P(b)0; se têm sinais opostos, então P(a) P(b)0. Ora

P(a)P(b) =)... ( )... (M(b) ou

P(a)P(b) =)][()(M(b)

ComoM(b) é um número positivo, podemos restringir nosso estudo de sinais aos produtos)]i=1, 2,..., r. O que acontece com o sinal do produto) quando está dentro ou fora do intervalo (a, b)?Se está dentro do intervalo, então ab, ou seja a- b-, de modo que) terá sinal negativo. Se está fora do intervalo, então ab, ou a b. Em ambos os casos o produto) terá sinal positivo. Ora voltando

P(a)P(b) =)][( )(M(b)

Se P(a) P(b) é positivo logo estes terão o mesmo sinal, significa que há um número par de fatores e se P(a)P(b) for negativo terá um número ímpar de fatores.

da raiz de um polinômio. O quadro abaixo apresenta os exercícios em relação ao problema 4.

Quadro 8- Questões 1 e 2 do Para exercitar

> **Para exercitar...**
>
> Utilize o gráfico que descreve o momento que o alarme toca para responder as perguntas 1 e 2.
>
> **1)**Observando o gráfico, identifique e classifique os pontos de mínimo ou máximo relativo; mínimo ou máximo absoluto da função polinomial em questão.
>
> **2)**Para quais intervalos a velocidade aumenta, ou seja, a função é crescente? E para quais intervalos a velocidade diminui, ou seja, a função é decrescente?

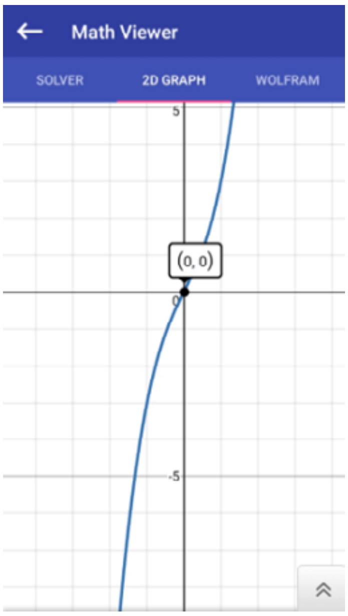
O diferencial destas questões é que o estudante deve estabelecer dentro de uma mesma função os pontos de **máximo ou** mínimo absoluto além de máximos e mínimos relativos, sendo que neste caso é o próprio aluno que determinará o intervalo. Nesta parte o estudante também poderá estabelecer a relação entre o contexto e o gráfico ao determinar os momentos de aumento e diminuição de velocidade do veículo. Na questão 3 o estudante terá a oportunidade de analisar graficamente outros tipos de funções como pode ser observado no Quadro 9.

Ao formalizar o Teorema Fundamental da Álgebra o estudante já reconhece que o grau do polinômio representa a sua quantidade de raízes, mas ao plotar os dois gráficos aparentemente isto não ocorre, pois como o gráfico está em RxR, as raízes complexas não aparecem. Nos gráficos das alternativas a) e b) existem raízes complexas, com operações de polinômios utilizando as raízes reais que estão dispostas nos gráficos **é possível encontrar as raízes complexas, analisando os coeficientes dos polinômios percebemos que são reais garantindo que ao aparecer uma raiz complexa o seu conjugado também será raiz,**

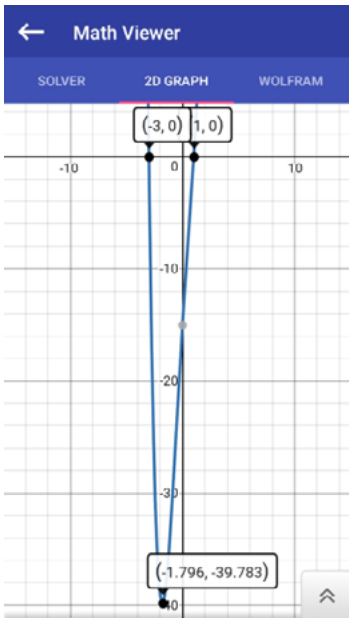
Quadro 9- Análise das raízes nos gráficos

> **3)** Plote os gráficos abaixo utilizando o Mathpix e justifique as raízes encontradas analisando os gráficos e/ou com cálculos algébricos. Em seguida, verifique as conclusões da atividade anterior e reflita sobre os resultados encontrados.

a) $y = x^3+2x$

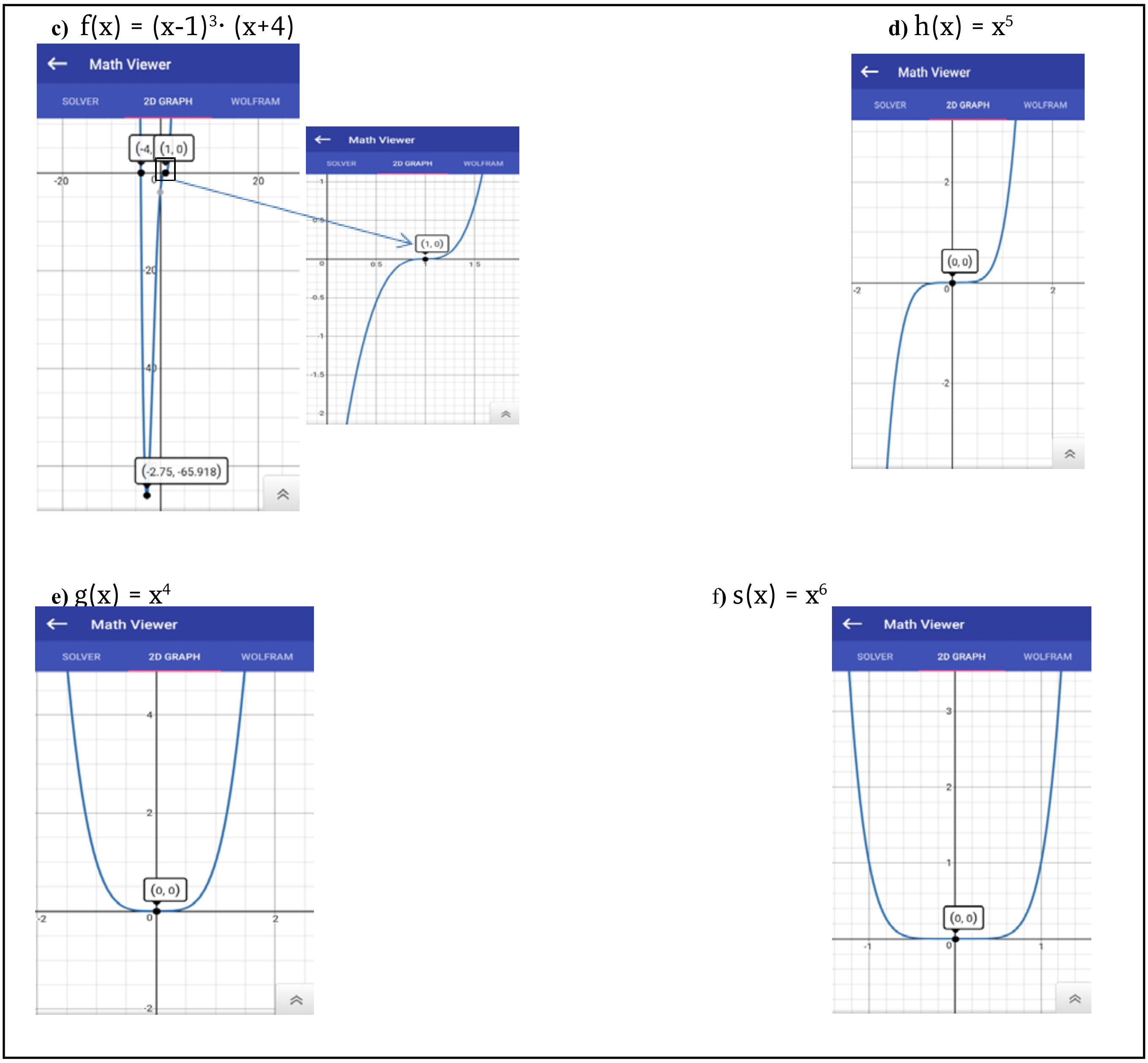


b) $R(x)=x^4 - 2x^2 + 16x - 15$



sendo assim, este momento vem para fortalecer o Teorema Fundamental da Álgebra além de trabalhar raízes complexas com os estudantes. Nas alternativas seguintes dispostas no Quadro 9 os estudantes analisam os tipos de multiplicidade sabendo que a multiplicidade ocorre quando a curva do gráfico tangencia o eixo x. As alternativas c) e d) têm raízes de multiplicidade impar onde a curva tangencia o eixo x e os sinais da imagem da função na vizinhança da raiz de multiplicidade não é o mesmo, então esta raiz tem multiplicidade ímpar. Já nas alternativas e) e f) as raízes de multiplicidade tangenciam o eixo x, mas o sinal nas vizinhanças da raiz é o mesmo, então esta raiz tem multiplicidade par. É possível perceber que quanto maior for a multiplicidade da raiz, mais "achatado" será o gráfico ao tangenciar o eixo x, ou seja, as alternativas d) e f) os gráficos são mais achatados do que c) e e).

Quadro 9- Análise das raízes de múltiplas



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta desta atividade **é** mostrar como é possível o desenvolvimento do pensamento algébrico para ampliar a visão do estudante em relação ao conteúdo de funções polinomiais. Além disso, mostra que o celular pode ser utilizado de forma educativa já que este é alvo de tanta dispersão entre os estudantes no momento da aula. O estudo dirigido contém questionamentos que estimulam o discente a elaborar conjecturas sobre a situação dada, verificando definições e características presentes nas funções polinomiais por meio da expressão algébrica e da análise gráfica, com o auxilio do Mathpix. Com o estudo das situações-problema **é** possível generalizar teoremas pertinentes, produzindo reflexões sobre este conteúdo, além de fazer relações entre a matemática e a física. Portanto, a proposta contribui significativamente para o ensino de funções polinomiais, integrando aplicações, representação gráfica e sua forma algébrica.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Sandra. M. **Tecnologias da Informação e Comunicação, Função Composta e Regra da Cadeia**. Tese (Doutorado em Educação Matemática) -Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, 2009. 199 f.

BORBA, M. C.; Penteado, M. G. **Informática e Educação Matemática**. Editora Autêntica. 5ª ed., Belo Horizonte - MG, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: Educação é a base. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/bncc-20dez-site.pdf>. Acesso em 24 de agosto de 2018.

BRASIL, **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+).Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias.** Brasília:MEC,2006.

BRASIL, **Parâmetros Curriculares Nacionais ensino médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC, 2000

GARBI, G. G. **O romance das equações algébricas**. 4a edição. São Paulo: editora Livraria da Física, 2010.

MENDES, Iran Abreu. **Matemática e investigação em sala de aula**: tecendo redes cognitivas na aprendizagem. São Paulo: Editora livraria da física. 2ª ed, 2009.

PONTE, João P. da.; BRANCO, Neusa.; MATOS, Ana. **Álgebra no Ensino Básico.** Lisboa: Ministério da Educação, Direcção-Geral-de Inovação e de Desenvolvimento Curricular - DGIDC, 2009. Disponível em: <http://www.esev.ipv.pt/mat1ciclo/textos/003_Brochura_Algebra_NPMEB_(Set2009). pdf> Acesso em: 18 jan. 2019.

ONUCHIC, Lourdes de la Rosa; ALLEVATO, Norma Suely Gomes. **Pesquisa em Resolução de Problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas**. Bolema, Rio Claro (SP),v.25,n.41,p,73-98,dez.2011.

ZULATTO, R. B. A. **Professores de Matemática que utilizam *softwares* de Geometria Dinâmica**: suas características e perspectivas. 2002. 131p. (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro,2002.

RECURSOS DIDÁTICO-PEDAGÓGICOS PARA O ENSINO DE CONTEÚDOS ARITMÉTICOS A UM ESTUDANTE CEGO

Lui Fellippe da Silva Bellincanta Mollossi[1]
Tatiana Comiotto[2]
Marnei Luis Mandler[3]
Daniela Nascimento da Silva[4]

Resumo: Este artigo apresenta o percurso de alguns matemáticos cegos que se destacaram por suas contribuições ao campo científico, bem como suas dificuldades e superações. Também aborda sobre alguns recursos disponíveis para a utilização no ensino de Matemática para cegos e videntes. A pesquisa aqui compartilhada, trata-se de um estudo de caso e faz parte de um Trabalho de Conclusão de Curso em Licenciatura em Matemática que teve como propósito compreender quais foram as dificuldades que um estudante cego encontrou no aprendizado de conteúdos aritméticos. Os procedimentos metodológicos envolveram revisão bibliográfica e uma intervenção didática composta por vinte aulas abordando conteúdos de adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação. A análise dos dados ocorreu por meio dos resultados obtidos em relação à aprendizagem específica dos conceitos abordados. Como resultado decorrente da investigação, destacamos a concepção e a criação de um material didático, denominado Placa com celas Braille para o ensino de aritmética e álgebra para estudantes cegos.

Palavras-chave: Ensino de Matemática. Recursos didáticos. Ensino de cegos.

Abstract: This article presents the course of some blind mathematicians who stand out for their contributions to the scientific field, as well as their difficulties and overcoming. It also discusses some resources available for use in teaching mathematics to the blind and sighted. The research here shared is a case study and is part of a Course Completion Work in Licenciatura in Mathematics that had as purpose to understand what were the difficulties that a blind student found in the learning of arithmetic contents. The methodological procedures involved a bibliographic review and a didactic intervention composed of twenty classes addressing content of addition, subtraction, multiplication, division, potentiation and radiciation. The analysis of the data occurred through the results obtained in relation to the specific learning of the concepts approached. As a result of the research, we highlight the design and creation of a didactic material, called Plate with Braille cells for the teaching of arithmetic and algebra for blind students.

Keywords: Mathematics Teaching. Didactic resources. Teaching of the blind.

---

1 Mestrado profissional em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias - Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC, Brasil. Especialização em Psicopedagogia e Educação Especial - Associação Catarinense de Ensino, ACE, Brasil. Graduação em Matemática - Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC, Brasil.
2 Doutorado em Educação Cientifica e Tecnológica - Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Brasil. Mestrado em Educação - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, PUCRS, Brasil. Especialização em Especialização em Educação Pré Escolar - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, PUCRS, Brasil. Graduação em Psicologia - Associação Catarinense de Ensino, ACE, Brasil. Graduação em Pedagogia - Universidade de Caxias do Sul, UCS, Brasil.
3 Mestrado em Matemática - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Brasil.
Graduação em Licenciatura Em Matemática - Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Brasil.
4 Graduanda em Licenciatura em Matemática - Universidade do Estado de Santa Catarina.

INTRODUÇÃO

Quando se diz respeito ao estudo sobre métodos de ensino-aprendizagem para estudantes com deficiência visual, há vários tabus e preconceitos acerca do assunto. De acordo com o estudo realizado por Zuffi et al. (2011), há uma carência de pesquisas sobre o ensino e a aprendizagem de Matemática em uma perspectiva inclusiva:

> Há um vasto campo em aberto para pesquisas e relatos de experiências que possam também colaborar como material de suporte e trocas para o professor de Matemática, que não é um educador especializado para o ensino desse público, mas que tem o desafio de incluí-lo em suas salas de aula (ZUFFI *et al*, 2011, p. 11).

Continuando esse raciocínio, tem-se o complemento das pesquisadoras sobre a disciplina de Matemática, que é considerada "(...) especialmente "complicada", só comparada em grau de dificuldade com a Física e a Química" (FERNANDES et al 2006, p. 66). Não obstante, Cerva Filho e Geller (2013) apontam que os entraves da falta de visão podem ser superados, de modo que os estudantes cegos obtenham a habilidade de abstrair conceitos matemáticos. Isso, no entanto, não é uma tarefa fácil. Requer que os professores sejam capacitados para executar tais transposições didáticas e que, além disso, estejam disponíveis às metodologias, por meio de recursos e técnicas variadas, para que as dificuldades de entendimento e internalização dos conceitos sejam superadas.

Fernandes *et al* (2006, p. 66) apresentam o relato de um discente que denota sua dificuldade para acompanhar as aulas de matemática e identificar detalhes que são naturais para os estudantes videntes: "Matemática é muito difícil. O professor fala 'passa pra lá, corta aqui' e eu não entendo o que ele fala... O professor fala: é uma letra deitadinha assim, um tracinho. E eu fico pensando: o que é isso?".

Ensinar matemática para alunos com deficiência visual demanda uma elaboração pedagógica que extrapola a apresentação oral dos conteúdos, por isso, faz-se imprescindível a estimulação dos sentidos remanescentes para promover a apropriação dos conceitos matemáticos. Com o desenvolver e o aprimorar dos demais sentidos "estimula-se a utilização da visão residual, a interpretação de pistas e estabelecimento de pontos de referência captados sensorialmente e a relação com o espaço de ação e com os objetos significativos do ambiente através da utilização eficiente destes sentidos. Além de estimular os sentidos da audição, do olfato, tátil e cinestésico" (CERVA FILHO E GELLER, 2013, p. 2).

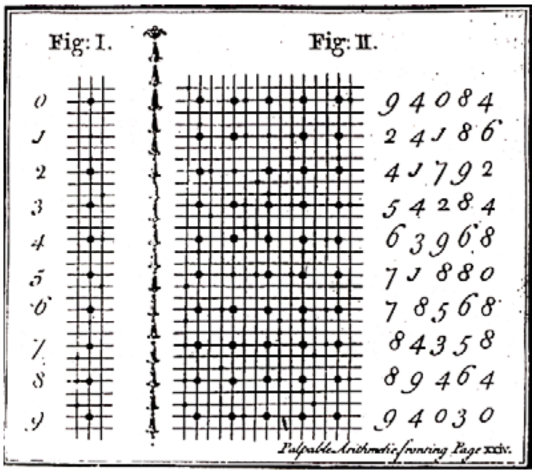
Na sequência do texto apresentamos um recorte da pesquisa desenvolvida por um licenciado em Matemática durante o seu Trabalho de Conclusão de Curso (MOLOSSI, 2013), que destaca as contribuições de alguns matemáticos cegos e o caminho percorrido por eles para superar os obstáculos oriundos da perda da visão. Também destacamos as potencialidades do uso de recursos didáticos no ensino de Matemática para estudantes cegos e o contexto em que a parte prática do Trabalho de Conclusão de Curso foi aplicada e que permitiu a concepção e criação de um novo material didático para o ensino de Matemática a estudantes com deficiência visual.

O PERCURSO DE MATEMÁTICOS CEGOS: DA SUPERAÇÃO DE OBSTÁCULOS A AVANÇOS CIENTÍFICOS

Utilizando a linguagem matemática, pode-se explicar que uma proposição só é válida se for verdadeira para todos os elementos do conjunto a que se refere. Caso existisse uma proposição que afirmasse que a cegueira reflete em não aprender matemática, ela seria inv*á*lida, pois existem exemplos que provam o contrário.

Nicholas Saunderson, nascido no mês de janeiro em 1682, na Inglaterra, ficou cego por causa da varíola, com aproximadamente um ano de idade. A educação de Saunderson foi totalmente auditiva, seu pai e seus amigos tinham o hábito de ler para ele. Graças *à* sua grande capacidade intelectual e *à*s pessoas dispostas a estimulá-lo, Saunderson obteve uma ótima formação e aprendeu latim, grego, francês e Matemática (BRANDÃO, 2013). Saunderson foi o inventor da primeira calculadora para cegos. Brandão (2013, p. 7) observa que o instrumento criado por Saunderson “era útil tanto para realização dos cálculos algébricos quanto para a descrição de figuras retilíneas, podendo ser comparada a um ‘pré-geoplano’”. *À esquerda, n*a Figura 1, tem-se a representação dos números de zero a nove e à direita, a representação de alguns números na forma em que Saunderson propôs (BRANDÃO, 2013).

Figura 1: Calculadora de Saunderson



Fonte: Longstreet (2013)

Outro expoente matemático cego foi Lev Semenovich Pontryagin. Ele nasceu em setembro de 1908, na Rússia, e ficou cego aos catorze anos, devido a um acidente. Para garantir a educação de Pontryagin, sua mãe, Tatyana Andreevna Pontryagin, passou a ser os olhos do filho (BRANDÃO, 2013). Tatyana aprendeu outras línguas para ler artigos internacionais ao seu filho. Mesmo não possuindo conhecimento da simbologia matemática, ela descrevia os símbolos nos textos pela sua aparência. Ela se referia, por exemplo, ao símbolo de interseção (∩) como ‘cauda para cima’ e ao símbolo de união como ‘cauda para baixo’ (BRANDÃO, 2013). Dentre as contribuições de Pontryagin para a Matemática, destacam-se a demonstração da dualidade entre os grupos de homologia de conjuntos fechados limitados no espaço euclidiano e os grupos de homologia no complemento do espaço e a resolução do quinto problema de Hilbert para grupos abelianos.

Já Bernard Morin, nascido em 1931, na China, foi vítima de um glaucoma que o deixou completamente cego aos seis anos. Ele foi morar na França, onde estudou em escola destinada aos cegos. Aos quinze anos de idade, Morin entrou para a escola regular e se dedicou à Filosofia e à Matemática. Entretanto, foi na Matemática que ele resolveu aprofundar seus estudos (BRANDÃO, 2013). Morin atuou na área da topologia, onde demonstrou a possibilidade da eversão da esfera, que consiste em virar a superfície da esfera sobre si própria, sem que sejam efetuadas quaisquer aberturas ou dobras.

Diante destas breves referências sobre matemáticos cegos, pode-se afirmar que não exista nenhuma barreira intransponível imposta pela cegueira. Ainda, segundo AMS (2002, p. 6) "as pessoas cegas frequentemente possuem uma afinidade com o imaginativo, reino platônico da matemática".

Para ensinar Matemática a estudantes sem acuidade visual, deve-se utilizar metodologias adequadas para esses discentes, como fizeram Saunderson, Pontryagin e Morin para superar dificuldades provenientes da falta de visão. Reforçando a importância de empregar metodologias específicas para estudantes cegos, Magalhães *et al* (2002, p. 26), diferenciam deficiência primária (o não ver) de deficiência secundária (as barreiras pedagógicas) e fala que "algumas vezes, o que faz nascer a desvantagem do aluno com deficiência na escola não é o não ouvir, o não ver, mas o fato de a escola não encontrar alternativas para adequar o processo de ensino-aprendizagem às peculiaridades destes alunos". Com isso, os estudantes cegos só estarão plenamente incluídos no sistema regular de ensino, quando não existirem mais tais barreiras pedagógicas. Para isso ocorrer, torna-se necessária a utilização de metodologias de ensino capazes de superar tais obstáculos. De acordo com Batista (2005) para os cegos, é fundamental criar condições para que os empecilhos, devido à falta de visão, possam ser minimizados, oportunizando acesso à participação nos processos de ensino e de aprendizagem.

O USO DE RECURSOS DIDÁTICOS NO ENSINO DE MATEMÁTICA À ESTUDANTES CEGOS

O ensino da Matemática possui alguns complicadores. Muitos de seus conceitos, para serem entendidos pelo educando, são tratados por meio de uma analogia entre sua visualização imediata e seus aspectos concretos. No entanto, os recursos didáticos disponíveis que fornecem ao cego esta visualização são insuficientes e por vezes ineficientes.

Segundo Costa e Bechara (1982, p. 45):

> É evidente que um ensino da Matemática calcado apenas em exposições teóricas, sem experiência concreta e significativa, em que falte a participação direta do aluno por insuficiência de recursos didáticos adequados, tenderá a desenvolver em qualquer educando uma atitude desfavorável à assimilação e compreensão do conteúdo desenvolvido.

A mediação na educação matemática com estudantes cegos requer um contato direto com o que está sendo ensinado. Neste sentido, estes educandos necessitam literalmente "sentir" para poder fazer suas abstrações. A utilização de materiais manipulativos, no ensino de matemática, consiste em um dos únicos meios possíveis de conhecimento das "coisas" que os rodeiam. Diante disso, deve haver uma preocupação em traduzir o ensino apenas "falado"/apontado ou desenhado para uma forma mais inclusiva a quem não utiliza a visão como principal fonte para o aprendizado.

Como procedimento didático, a escolha dos materiais a serem utilizados numa determinada aula deve estar conectada a vários aspectos, de ordens distintas:

- Ordem didática: adequação ao conteúdo, aos objetivos e à metodologia.
- Ordem prática: o material deve estar disponível, com condições de uso, ou ter possibilidade de aquisição.
- Ordem metodológica: coerente com o nível de aprendizagem dos alunos; sendo analisado se o seu manuseio oferece algum tipo de risco para os estudantes e se os mediadores têm domínio dos procedimentos a serem desenvolvidos.

Outro fator a ser enfatizado está relacionado ao tempo. Habitualmente, a utilização desse tipo de recurso exige maior disponibilidade de tempo, pois é indispensável analisar o ritmo de aprendizagem de cada sujeito. Portanto, a forma de abordar esses tipos de recursos didáticos requer uma atenção especial.

O manejo de materiais concretos propicia aos educandos tanto experiências físicas – eles têm contato direto com estes recursos, realizando medições, descrevendo, ou checando com outros elementos de mesma natureza, como do mesmo modo lhe oportunizam experiências lógicas, através das diferentes maneiras de representação que admitem abstrações empíricas e abstrações reflexivas, podendo evoluir até mesmo para generalizações mais complexas. A utilização deste tipo de materiais concretos é estudada por autores como Carvalho (1990), Imbernón (2002), Lara (2003), Pais (2005). Para estes autores, uma sequência didática interessante seria:

a) Manuseio livre dos objetos concretos – esta etapa consiste em um momento de exploração, visualização e reconhecimento, onde há aproximação dos estudantes com os materiais que serão utilizados;

b) Ações programadas – visam à obtenção das relações qualitativas e/ou quantitativas em conformidade com os objetivos;

c) Interiorização das relações percebidas na etapa anterior – por meio das interações estudante-material concreto-conteúdo-professor;

d) Aquisição e formulação do conceito – busca relacionar os conceitos anteriores e aplicá-los em outras situações.

Essa sequência didática pode ser utilizada com um educando em um desenvolvimento típico como também pode ser com um estudante que tenha deficiência visual.

De acordo com a literatura de pesquisa, pouco foi desenvolvido no que diz respeito à educação matemática e deficiência visual, como ratificado por Fernandes *et al* (2006) e Pereira e Santos (2011). A falta de material pedagógico apropriado nas escolas e professores sem formação adequada para lidar com as particularidades dos estudantes podem ser fatores que influenciam nesta questão.

ALGUNS RECURSOS DIDÁTICOS EXISTENTES

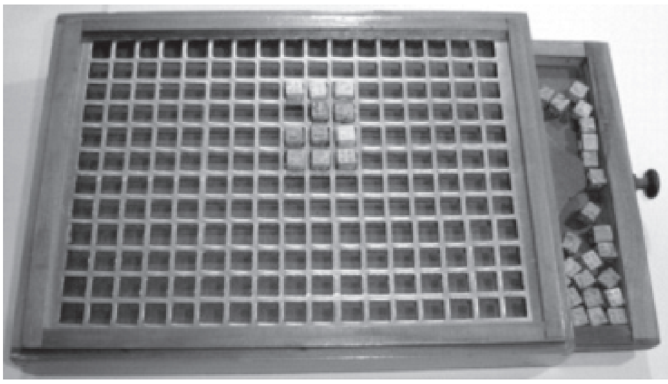
Segundo Cerqueira e Ferreira (2007, p. 01), os recursos didáticos são definidos como:

> [...] todos os recursos físicos, utilizados com maior ou menor frequência em todas as disciplinas, áreas de estudo ou atividades, sejam quais forem as técnicas ou métodos empregados, visando auxiliar o educando a realizar sua aprendizagem mais eficientemente, constituindo-se num meio para facilitar, incentivar ou possibilitar o processo ensino-aprendizagem.

De acordo com Libâneo (1994), a opção por este ou aquele recurso está sujeito aos objetivos da aula, dos conteúdos específicos, das características dos estudantes quanto à sua capacidade de assimilação, respeitando o seu nível cognitivo. Os recursos didáticos manipulativos auxiliam no processo de aprendizagem e podem ser utilizados com regularidade para promover a compreensão do educando em alguns conteúdos específicos. Entre eles destaca-se o Soroban, muito utilizado e inclusive referenciado pelo Ministério da Educação.

O soroban ou ábaco japonês foi criado para ajudar na resolução de cálculos, sendo capaz de executar adição, subtração, multiplicação, divisão, radiciação e potenciação (FERNANDES et al, 2006). Foi trazido para o Brasil em 1908, por imigrantes japoneses. Entretanto, foi o brasileiro Joaquim Lima de Moraes, que em 1949 o adaptou para ser manipulado por cegos (FERNANDES et al, 2006). Moraes ficou cego no período escolar, devido a uma miopia progressiva. Depois de ter aprendido o sistema Braille, decidiu aprender de que maneira os cegos realizavam as operações matemáticas e compreendeu a complexidade que era executar tais operações com uma ferramenta vastamente utilizada na época, o cubaritmo. Esse material didático foi utilizado até a década de 1960, para executar operações aritméticas. É uma "uma caixa com uma grade metálica onde são dispostos pequenos cubos, em que se armam as contas da maneira como os videntes as efetuam com lápis e papel" (FERNANDES et al, 2006, p. 21-22).

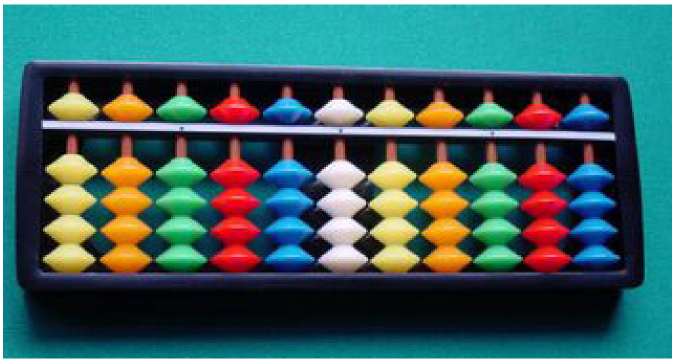
Figura 2: Cubaritmo



Fonte: Fernandes et al, (2006)

Logo nos primeiros contatos com o soroban, Moraes entendeu a facilidade de realizar operações neste instrumento, entretanto, ele compreendeu que as contas do soroban eram muito leves e isto ocasionaria problemas para os cegos. Então, colocou um tecido emborrachado para impedir que as contas se movimentassem, o que ocasionou mais segurança para a manipulação do soroban. O ganho com tal modificação foi tão grande que se registrou, em 1951, que estudantes videntes, com lápis e papel, faziam as contas com a mesma velocidade que discentes não videntes usando o soroban adaptado (FERNANDES et al, 2006).

Figura 3: Soroban



Fonte: Portal do Professor MEC (2018)

De acordo com Morais (2008, p. 19),

> O ensino do soroban baseia-se desde a utilização do corpo como recurso matemático até o recurso simbólico mais abstrato. O corpo pode ser considerado uma máquina própria de registrar quantidades numéricas e de calcular. A articulação dos dedos para contagem e expressões gestuais de quantificações são elementos que facilitam a contagem. Estes elementos visuais, por sua vez, não são totalmente utilizados pelas pessoas com deficiência visual que, muitas vezes, seja por falta de estimulação por parte da família ou da escola, desconhecem a anatomia do próprio corpo.

O soroban adaptado é dividido em sete grupos com três colunas cada. As colunas representam as unidades, dezenas e centenas, da esquerda para a direita. Existe também outra divisão, as contas superiores e as inferiores. As contas superiores representam os números cinco, cinquenta e quinhentos, enquanto as contas inferiores valem respectivamente um, dez e cem. A representação de números no soroban é efetuada puxando-se as contas até tocarem a barra que divide as contas superiores das inferiores.

O CONTEXTO DA PESQUISA

Depois de um estudo das questões teóricas sobre as dificuldades para ensinar aos estudantes cegos os conceitos matemáticos, resolveu-se verificar como isso acontecia na prática. Com isso, selecionou-se um estudante cego congênito que frequentava o Ensino Fundamental e observou-o em algumas aulas regulares de Matemática. Verificou-se que o estudante apresentava dificuldades com as operações aritméticas básicas e como tentativa de minimizá-las foi introduzido o soroban como recurso didático. O soroban, como retratado anteriormente, garante uma agilidade e segurança nos cálculos, auxiliando o processo de aprendizagem dos estudantes cegos. Um fator que causou surpresa foi que o estudante fazia as suas operações mentais somando um a um e quando tinha que utilizar o soroban confundia-se várias vezes, especialmente quando as operações envolviam dezenas. Foi neste momento que se percebeu que os conceitos de unidade e dezena não tinham sido internalizados pelo estudante.

O estudo de caso:

A presente pesquisa refere-se a um estudo de caso, pois, foi selecionado apenas um estudante cego. Optou-se por trabalhar com este estudante, pois ele é cego congênito e é o único da rede municipal, no Ensino Fundamental, que não apresentava nenhuma outra deficiência agregada, conforme seu laudo ***médico.***

Quando se aborda o tema deficiência visual, são estudados os casos de baixa visão e de cegueira. Dentro da cegueira temos a cegueira congênita e a adquirida. Neste estudo decidiu-se trabalhar com os cegos congênitos, ou seja, aqueles que nunca tiveram acesso à visão.

Perfil do estudante:

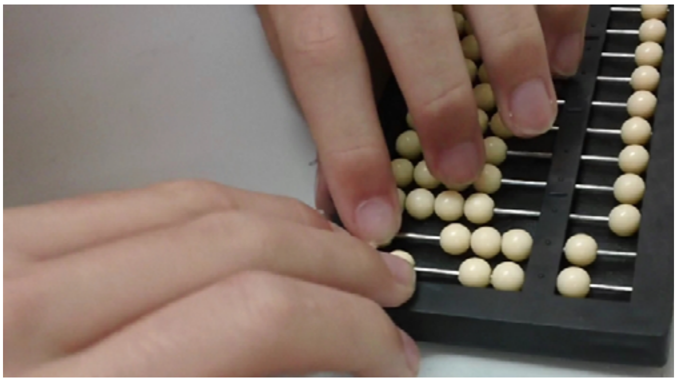
O estudante escolhido para este estudo de caso nasceu com a síndrome Amaurose Congênita de Leber, que consiste, segundo Gamm (2001, p. 426) em "um grupo heterogêneo de degenerações retinianas que se manifesta precocemente e de forma extremamente severa. Sua forma típica consiste em um neonato sem visão". O discente estava com 13 anos e cursando o sétimo ano do Ensino Fundamental em uma escola municipal. Aprendeu a ler e escrever em Braille somente com 12 anos – sendo que a maioria das crianças constrói este conhecimento concomitante com o letramento na escola regular. Ele era um estudante quieto, tímido e que não gostava de conversar. Apresentava muitas dificuldades em compreender conceitos matemáticos simples. Observou-se, também, que o educando tinha algumas dificuldades motoras e muitas de localização espaço-temporal.

A intervenção didática

Após a fase inicial de observação das aulas, foi planejada uma intervenção didática, em formato de aulas individualizadas, com periodicidade de dois encontros por semana, com durações de uma hora. As aulas foram filmadas e ocorreram na escola Ruben Roberto Schmidlin e na AJIDEVI[5]. Inicialmente se pensava em realizar os encontros somente na escola, mas como o aluno se ausentou em diversas ocasiões, e, além disso, apresentava inúmeras dificuldades que deveriam ter sido sanadas desde os anos iniciais do Ensino Fundamental, optou-se por agregar mais aulas e por este motivo também foram ministradas na AJIDEVI.

As aulas sempre eram iniciadas com uma revisão dos conteúdos desenvolvidos nas aulas anteriores. Depois eram realizados, como aquecimento, exercícios que já haviam sido trabalhados na aula anterior, e posteriormente se adentrava no conte*údo planejado para aquele dia.* Geralmente, era aplicada uma média de 29 exercícios por aula. Na maioria das vezes o aluno não obtinha êxito nas atividades, nem mesmo naquelas que eram apenas revisões do encontro anterior. Isso fazia com que esta parte introdutória da aula fosse prolongada por mais tempo do que o planejado.

Figura 4: Estudante manipula o soroban



Fonte: os autores

Na figura 4, pode-se notar que o estudante manipula o soroban com as duas mãos, o que é considerado errôneo na efetuação dos cálculos utilizados com este recurso. Segundo Azevedo (2006),

> Para manusear o Soroban, usam-se apenas dois dedos, o indicador e o polegar da mão direita (mesmo para canhotos). A mão esquerda deve segurar o Soroban, para que não deslize. O polegar é utilizado apenas para levantar as contas inferiores, como quando se empurra 1, 2, 3 ou 4 contas inferiores. Todos os demais movimentos (retirada de contas inferiores, colocação de contas superiores e sua retirada) são feitos com o indicador. O registro de algarismos que utilizem contas inferiores e superiores (6, 7, 8 e 9) é feita ao mesmo tempo, com polegar e indicador; sua retirada é feita com o indicador apenas, primeiro com

5 Associação Joinvillense para a Integração do Deficiente Visual.

> as contas inferiores e depois com as superiores (AZEVEDO, 2006, p. 05).

A forma na qual o estudante manuseia equivocadamente o soroban pode se interpretar que quando o discente aprendeu a utilizá-lo, provavelmente, não foi por um indivíduo que entendia e/ou estudou, por inteiro, o uso do soroban. Contudo, o modo como o aluno foi ensinado a manusear o soroban pode até mesmo ter consequências e interferir no processo de aprendizagem do mesmo.

O planejamento inicial da intervenção foi elaborado para oito encontros. Devido às dificuldades apresentadas pelo estudante o número de aulas passou para vinte. No entanto ele *não compareceu* em nove aulas programadas, portanto, o total de aulas ministradas foi onze. Os conteúdos abordados foram a representação do número e operações básicas de aritmética (adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação) por meio do soroban.

Ao perceber que o discente não conseguia acompanhar o mecanismo do soroban e não entendia a adição com transporte, partiu-se para analisar as dificuldades quanto aos conteúdos de unidades e dezenas. Foi então que se percebeu que ele ainda não os dominava, apesar de ser um conteúdo de 2º ano do Ensino Fundamental.

Maiores detalhes do conteúdo matemático, da metodologia e da abordagem de ensino utilizada durante a intervenção didática desenvolvida com o estudante cego, bem como a discussão dos resultados obtidos com a análise dos dados obtidos durante a pesquisa estão disponíveis em Molossi (2013).

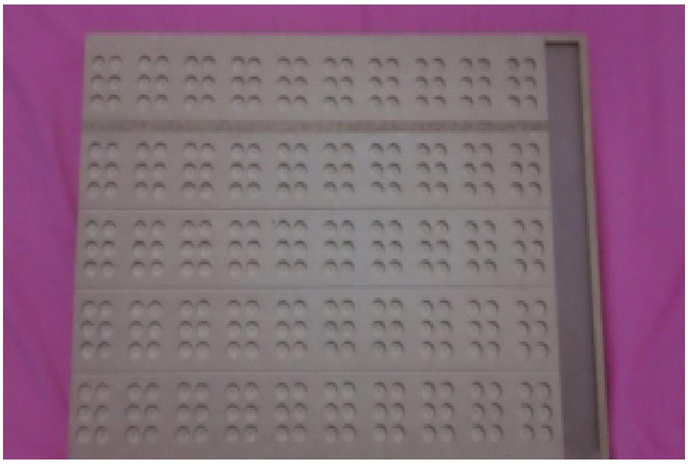
A CONCEPÇÃO DE UM NOVO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE CEGOS

Ao final do trabalho de conclusão de curso, notou-se que o discente muitas vezes confundia as contas do soroban que deveria manipular (o que dificultava o aprendizado), e ele mesmo afirmou: “As bolinhas são muito próximas”. Além dessa questão física, o mecanismo do soroban é complexo, mesmo após diversas aulas e inúmeros exercícios era usual o estudante errar a marcação de números, fazer as operações em locais que não eram adequados. Outro pormenor ***é que o*** educando tinha que aprender outra representação numérica, o que tornava sua aprendizagem ainda mais complexa.

Durante a revisão bibliográfica, no momento em que se pesquisava sobre o matemático cego Nicholas Saunderson (citado anteriormente), verificou-se que o ‘pré-geoplano’ desenvolvido por ele era um recurso para resolver operações matemáticas. Apoiado no invento de Saunderson, recriou-se a placa e imaginou-se uma forma de representar a variável ‘x’, todavia percebeu-se que seria imprescindível ensinar a notação usada por Saunderson, que antecede o sistema Braille. Prontamente os educandos teriam que aprender além do outro sistema de escrita e leitura. Nasceu, então, a ideia de valer-se do sistema Braille.

Criou-se outro material didático intitulado: Placa com celas Braille, que consiste em uma placa de madeira de 60 centímetros de largura e 43 centímetros de comprimento, planejada para ocupar o tamanho de uma carteira. Na placa estão gravadas cinquenta celas Braille, divididas em dez colunas e cinco linhas. Entre as linhas existe um vinco para que o discente se localize, e da primeira para segunda linha existe um relevo parecido com uma lixa, feita com serragem. Foram utilizadas bolas de gude para marcar os números em Braille. Estas ficam guardadas em um compartimento anexado à placa (figura 5).

Figura 5: A Placa com celas Braille



Fonte: os autores.

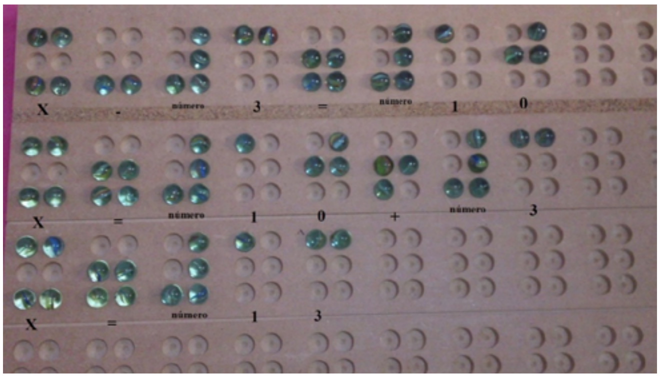
A proposta do material didático se assemelha muito a um já existente: à cela braile. Nicolaieewsky e Correa (2008, p. 231) explicam que:

> As letras em Braille são formadas a partir da combinação de seis pontos que compõem o que é chamado de cela Braille. A cela é formada por duas colunas e três linhas de pontos. A localização dos pontos é dada de cima para baixo, primeiramente na coluna da esquerda e posteriormente na coluna da direita e são denominados respectivamente pontos números 1, 2, 3, 4, 5 e 6. Cada combinação de pontos em relevo forma, portanto, determinada letra ou sinal de pontuação.

A ideia inicial da placa era auxiliar a resolver equações do primeiro grau, entretanto percebeu-se que com a placa era possível efetuar as quatro operações, ensinar o conceito de matrizes, fatoração e potenciação. O relevo utilizado entre a primeira e segunda linha foi feito para ensinar os conteúdos de adição com transporte e subtração com reserva, conteúdos importantes para uma boa formação em matemática básica.

O mecanismo da Placa com celas Braille permite que o educando resolva os problemas matemáticos da mesma maneira que os videntes, possibilitando aos estudantes cegos participar dos exercícios propostos à turma. Como exemplo, a resolução de uma equação de primeiro grau como saliente na figura 6.

Figura 6: Resolução da equação x-3=10 na Placa com celas Braille



Fonte: os autores

Como não havia tempo hábil para testar a placa naquele momento, foram realizados apenas alguns testes com o estudante cego em uma das aulas. O estudante ficou motivado com este novo material didático, já que não mais precisava memorizar todas as operações, pois elas permaneciam representadas no recurso didático.

Em relação a escolha sobre qual material didático utilizar, o soroban ou a Placa com celas Braille, pode-se observar os prós e os contras dos dois artifícios, tendo em vista que são dois materiais distintos com propostas de resolução diferentes. Contudo, é necessário analisar qual melhor se encaixará para cada aluno conforme a situação que se encontra.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante toda a execução das atividades, das observações e das aulas ministradas verificou-se que o estudante necessitaria de mais aulas para tentar recuperar os conteúdos que não dominava, pois, estava claro que o discente apresentava uma distorção idade-série e não dominava assuntos importantes (conteúdos base). Porém, é errônea a premissa de que ele apresentou dificuldades por conta de sua condição (cegueira). Esse fator foi causado, em grande parte, pela negligência da comunidade escolar: a falta de informação – por parte dos professores e da escola, e até mesmo o desinteresse em ensinar alunos com deficiências visuais, pois, isso tira o professor e/ou escola de sua zona de conforto. Além disso, o fato dele se ausentar muito durante os encontros, atrapalhava ainda mais sua aprendizagem.

Seria recomendado testar as potencialidades da Placa com celas Braille, em projetos com discentes com deficiência visual, tanto do Ensino Fundamental, como do Ensino Médio. A Placa com celas Braille permite que o educando realize os problemas matemáticos de forma mais ativa e engajada. Portanto, como propostas para outras pesquisas, é fundamental também testar outros materiais didático-pedagógicos e fazer um estudo comparativo com outros educandos cegos e outros níveis de ensino.

REFERÊNCIAS

AMS 2002. Disponível em: <ams.org/notices/200210/comm-morin.pdf>. Acesso em: 05 out. 2018.

AZEVEDO, O. C. S. **Operações matemáticas com o Soroban** *(Abáco Japonês)*. Águas Claras – Taguatinga. 2006. Disponível em: ucb.br/sites/100/103/TCC/22006/OrlandoCesarSiadedeAzevedo.pdf. Acesso em: 20 maio 2019.

BATISTA, C. G. **Formação de conceitos em crianças cegas:** Questões teóricas e implicações educacionais. Psicologia: Teoria e Pesquisa*,* 21(1), 7-15, 2005.

BRANDÃO, J. C. **Matemática e Deficiência Visual:** com texto no contexto educacional. São Paulo: Scortecci, 2013.

CARVALHO, D. L. de: **Metodologia do Ensino da Matemática**. São Paulo: Cortez, 1990.

CERQUEIRA, J. B.; FERREIRA, E. M. B. **Recursos Didáticos na Educação Especial.** Instituto Benjamin Constant, Rio de Janeiro, 2007.

CERVA FILHO, O. A., GELLER, M. **O Processo de Apropriação de Conhecimentos Matemáticos por Alunos Cegos:** um Estudo de Caso. Disponível em <matematica.ulbra.br/ocs/index.php/ebrapem2012/xviebrapem/paper/viewFile/639/304>. Acesso em: out. 2018.

COSTA, O. S.; B, J. **Técnicas de cálculo e didática do sorobã.** Rio de Janeiro: Instituto Benjamin Constant. Rio de Janeiro-RJ, 1982.

FERNANDES, C. T. et al. **A construção do conceito de número e o pré-soroban**. Brasília:

Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial, 2006.

GAMM D. M., Thliveris A. T. Implications of genetic analysis in Leber congenital amaurosis. Arch Ophthalmol 2001;119:426-7. IMBERNÓN, F. **Formação docente e profissional:** Formar-se para a mudança e a incerteza. São Paulo: Cortez, 2002.

LARA, I. C. M. de. **Jogando com a Matemática**. São Paulo: Rêspel, 2003.

LIBÂNEO, J.C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1994.

MAGALHÃES, R. C. P. et al. **Reflexões sobre a diferença: uma introdução à educação especial.** Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2002.

MOLOSSI, L. F. B. **Educação matemática no ensino fundamental: um estudo de caso com estudante cego.** Trabalho de Conclusão de Curso em Licenciatura em Matemática. Universidade do Estado de Santa Catarina, 2013.

MORAIS, I. M. S. **Sorobã:** suas implicações e possibilidades na construção do número e no processo operatório do aluno com deficiência visual. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, 2008. Disponível em: <bdtd.bce.unb.br/tedesimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=3796>. Acesso em: set. 2018.

NICOLAIEWSKY C. A; CORREA J. **Escrita ortográfica e revisão de texto em braille:** uma história de reconstrução de paradigmas sobre o aprender. Cad. Cedes, Campinas, vol. 28, n. 75, p. 229-244 2008. Disponível em: <researchgate.net/profile/Jane_Correa/publication/250024748_Escrita_ortografica_e_revisao_de_texto_em_Braille_uma_historia_de_reconstrucao_de_paradigmas_sobre_o_aprender/links/547496e70cf245eb436de818/Escrita-ortografica-e-revisao-de-texto-em-Braille-uma-historia-de-reconstrucao-de-paradigmas-sobre-o-aprender.pdf>. Acesso em: 20 maio 2019

PAIS, L. C. **Didática da Matemática**: Uma análise da influência francesa, Belo Horizonte: Autêntica, 2005.

PEREIRA, G. P. e SANTOS E. **Inclusão de alunos deficientes visuais em classe regular no sistema público de ensino**. V Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade. SE/Brasil, 09/2011.

PORTAL DO PROFESSOR. **”Soroban: O que é e como se utiliza?”**. Disponível em: <portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=23158>. Acesso em: out. 2018.

ZUFFI, E.M.. JACOMELLI, C. V. PALOMBO, R.D. **Pesquisas sobre a inclusão de alunos com necessidades especiais no Brasil e a aprendizagem em Matemática**. In: Anais: XIII Conferência Interamericana de Educação Matemática. Recife, 2011.

MULTIPLICAÇÃO NA EDUCAÇÃO DE SURDOS: uma experiência na escola bilíngue

Thaís Philipsen Grutzmann[1]
Fabiane Carvalho Bohm[2]

Resumo: O presente artigo tem por objetivo compreender o processo de construção do conceito multiplicativo por um grupo de alunos surdos, sendo parte de uma pesquisa de mestrado já concluída. Para isso, realizou-se uma pesquisa de abordagem metodológica qualitativa. A coleta dos dados foi realizada durante oito encontros, com duração de uma hora e meia cada, em outubro de 2017 e nos meses de março e abril de 2018. As atividades propostas utilizavam os seguintes materiais concretos: pratinhos e tampinhas, tabuada de botões e quadro de tampas. O local da pesquisa foi uma escola especial de surdos, com uma proposta bilíngue de ensino, na cidade de Pelotas/RS. Os sujeitos participantes foram alunos surdos do 5º ano do Ensino Fundamental. As tarefas foram organizadas em um grau de dificuldade crescente, acompanhando o desenvolvimento e o raciocínio dos alunos sobre o processo de multiplicação. Todos os encontros foram filmados para posterior análise, além de a pesquisadora possuir um diário de campo. Para a análise dos dados utilizou-se a análise de vídeo, a qual propõe uma sequência de sete passos a serem seguidos no processo. Os resultados mostraram que os alunos resolveram questões através da multiplicação, compreendendo que o algoritmo da multiplicação é comutativo. Ainda, ao manusearem os materiais concretos, ou representá-los por meio de imagens no quadro, percebeu-se que os alunos entenderam o conceito da multiplicação, em que cada termo tem sua função específica. Destaca-se, por fim, a importância de o pesquisador ter domínio da Libras, língua de aprendizagem de seus alunos.

Palavras-chave: Multiplicação. Educação de Surdos. Escola Bilíngue. Teoria dos Campos Conceituais. Teoria da Aprendizagem Significativa.

Abstract: The present article aims to understand the process of constructing the multiplicative concept by a group of deaf students, being part of an already completed master's degree research. For this, a qualitative methodological approach was carried out. Data collection was carried out during eight meetings, lasting one and a half hours each, in October 2017 and in March and April 2018. The proposed activities used the following concrete materials: small plates and caps, frame of covers. The research site was a special school for the deaf, with a bilingual proposal of teaching, in the city of Pelotas/RS. The subjects were deaf students of the 5th year of elementary school. The tasks were organized to a degree of increasing difficulty, accompanying students' development and thinking about the multiplication process. All the meetings were filmed for later analysis, in addition to the researcher having a field diary. For the analysis of the data the video analysis was used, which proposes a sequence of seven steps to be followed in the process. The results showed that students solved questions through multiplication, understanding that the multiplication algorithm is commutative. Yet, by manipulating the concrete materials or by imaging them in the picture, it has been realized that the pupils have understood the concept of multiplication, in which each term has its specific function. Finally, it is important for the researcher to have mastery of Libras, the learning language of his students.

Keywords: Multiplication. Education of Deaf. Bilingual School. Theory of Conceptual Fields. Theory of Significant Learning.

---

1 Doutora em Educação, Mestre em Educação em Ciências e Matemática, Licenciada em Matemática, professora adjunta do Departamento de Educação Matemática, do Instituto de Física e Matemática da Universidade Federal de Pelotas.
2 Mestre em Educação Matemática. Licenciada em Matemática. Professora da Escola Especial Professor Alfredo Dub, em Pelotas/RS.

INTRODUÇÃO

A Educação Matemática como área de pesquisa vem ganhando espaço na academia, a partir do aumento do número de trabalhos, bem como a variedade e qualidade dos mesmos. Neste cenário, desenvolveu-se uma pesquisa de mestrado vinculando a Educação Matemática com a Educação de Surdos, tendo como referencial inicial os trabalhos de Nogueira (2013), Viana e Barreto (2014) e Nunes *et al* (2013).

Os primeiros educadores de surdos começaram a aparecer por volta do século XVI, onde se destaca o médico pesquisador italiano, Girolamo Cardano (1501–1576). Este, afirmava que a surdez não era um obstáculo para os surdos, mas sim que eles poderiam aprender a ler e a escrever e com isso expressar seus sentimentos (MOURA, 2000). No século XVIII o abade Charles-Michel de L'Epée (1712-1789) defendeu o uso da Língua de Sinais como metodologia de ensino para surdos. Segundo L'Epée, o mais importante na Educação de Surdos era a maneira como eles poderiam expressar suas ideias, pois desenvolviam uma comunicação satisfatória por meio do canal viso-gestual (MIRANDA, 2007).

Muito aconteceu até os dias atuais, sendo que a Educação de Surdos passou por um período denominado Oralismo, seguido pela Comunicação Total, até o Bilinguismo, o qual é o indicado para o ensino de surdos nas escolas atualmente. (MESERLIAN; VITALIANO, 2009).

Neste cenário do Bilinguismo, a Língua Brasileira de Sinais (Libras) é a primeira língua do surdo (L1), e o português escrito deve ser ensinado como segunda língua (L2). Desta forma, ao pensar no ensino da Matemática, é preciso considerar que o mesmo seja feito na língua do aluno e, neste caso do aluno surdo, em Libras (MOURA, 2014).

A pesquisa então desenvolvida no mestrado tinha como questão norteadora: "Como ensinar multiplicação para alunos surdos de forma que, seu conceito possa ser visualmente construído e compreendido, com o auxílio do material concreto?", sendo este trabalho um recorte parcial da mesma. A motivação para este trabalho vem da experiência da pesquisadora, há mais de 20 anos atuando na disciplina de Matemática com alunos surdos, em diferentes cenários: alunos incluídos em turmas regulares, turmas especiais de surdos em escolas regulares, turmas regulares na escola bilíngue de surdos.

De sua prática em sala de aula surgiram questionamentos: como ensinar Matemática ao aluno surdo de forma que este a compreenda? Quais os recursos que facilitam esse processo? Como a visualização dos conceitos contribui, considerando que a Libras é uma língua visomotora (HONORA, 2014)? Por que os surdos tem dificuldade de aprender a multiplicação?

Assim, o objetivo da pesquisa foi compreender o processo de construção do conceito multiplicativo por um grupo de alunos surdos. Ainda, neste contexto, descrever a utilização dos materiais concretos, tabuada de botões, tampinhas e pratinhos e o quadro de tampas, pelos alunos surdos; identificar as principais dificuldades dos alunos surdos no processo multiplicativo; compreender como os alunos elaboraram seus esquemas de pensamento para resolver operações e problemas de multiplicação e perceber como os alunos surdos trabalham de forma coletiva.

Como base teórica para a análise foram utilizadas a Teoria dos Campos Conceituais, de Gerard Vergnaud a e Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel, descritas no próximo tópico.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Teoria dos Campos Conceituais (TCC) e a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) foram escolhidas por trazerem um suporte ao estudo das dificuldades apresentadas por alunos surdos em uma escola bilíngue, na aquisição dos conceitos multiplicativos.

Começando pela Teoria da Aprendizagem Significativa, esta foi desenvolvida pelo médico e psicólogo David Ausubel (1918-2008). Pode-se definir Aprendizagem Significativa como "aquela em que as ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária, com aquilo que o aprendiz já sabe" (MOREIRA, 2011, p. 13). Dentro dessa teoria, é destacado o que o aluno já sabe e que pode ser relacionado de forma relevante àquilo que será aprendido, o qual o autor denomina de *subsunçor* ou ideia-âncora (MOREIRA; MASINI, 2001; SANTOS, 2008; MASINI; MOREIRA, 2008).

Ao pensar em uma aprendizagem com maior significado no contexto escolar, é preciso considerar a história do aluno, o meio ao qual está inserido, sua língua de instrução bem como o papel do professor ao estabelecer uma situação de ensino que favoreça esta aprendizagem.

A aprendizagem poderá acontecer se o conteúdo a ser ensinado, aqui a Matemática, mais especificamente, a multiplicação, e o estudante, estiverem em sintonia, ou seja, o professor precisa criar de forma estimulante e natural, um ambiente favorável para que o aluno se sinta atraído pelo conhecimento, assim, a aprendizagem pode se tornar mais significativa.

Já a Teoria dos Campos Conceituais foi criada e vem sendo desenvolvida pelo filósofo, professor e pesquisador Gerard Vergaud, nascido em 1933, na França. Segundo o próprio autor, numa entrevista concedida a Revista Nova Escola, a TCC é "o resultado de muita pesquisa com estudantes, que nos leva a compreender como eles constroem conhecimentos matemáticos" (VERGNAUD, 2008).

Na TCC é a situação quem dá sentido aos conceitos e é por meio dela que os alunos transformam um conhecimento-em-ação em conhecimento científico (VERGNAUD, 2009). O autor ainda diz que um conceito não é aprendido em uma única situação e, que em uma situação não está apenas um conceito. Assim, Vergnaud define campo conceitual como um conjunto de situações em que o domínio requer conhecimento de outros conceitos de naturezas distintas ou da combinação das mesmas, tendo como exemplos os campos aditivo e multiplicativo (VERGNAUD, 2009).

Vergnaud (2009), ainda destaca que um conceito é formado por três conjuntos: 1) o conjunto das situações (S) que dão sentido ao conceito; 2) os invariantes (I) que representam o significado do conceito; 3) as representações simbólicas (R) que é identificado como o significante do conceito. (ZANELLA; BARROS, 2009; GITIRANA *et al*, 2014; MAGINA *et al*, 2008; BITTAR; MUNIZ, 2009).

Considerando a limitação de espaço neste texto, serão consideradas as estruturas multiplicativas, as quais são analisadas por Vergnaud (2009) como um conjunto ao qual pertencem problemas de proporções simples e múltiplas, possíveis de serem resolvidos por uma multiplicação, uma divisão ou pela combinação de ambas. As relações multiplicativas apontam vários tipos de multiplicação e várias classes de problemas.

Duas grandes categorias de relações são estabelecidas no conjunto de problemas do campo multiplicativo, o Isomorfismo de Medidas e o Produto de Medidas. Na primeira encontramos os problemas elementares que possuem relações quaternárias, proporcionais simples entre conjuntos. Neste grupo encontramos as situações de vida cotidiana, ligadas a multiplicação, divisão e a regra de três simples. A segunda categoria apresenta uma relação ternária, onde uma é o produto das outras duas ao mesmo tempo e requer a utilização de um raciocínio combinado.

No próximo item descrevem-se os procedimentos metodológicos usados na pesquisa.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa de mestrado foi realizada no Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, de uma Instituição Pública de Ensino Superior, no período entre 2016 e 2018, tendo o caráter qualitativo.

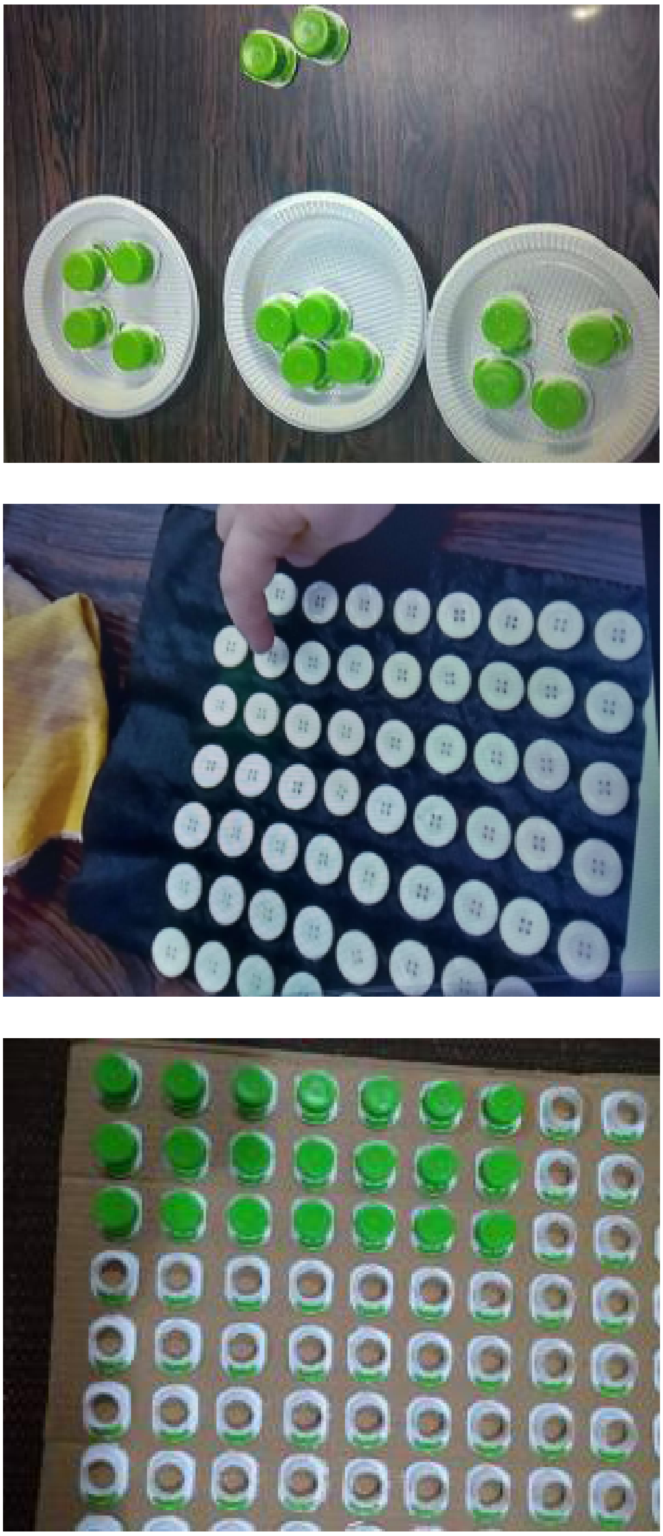
O local da pesquisa foi uma escola especial de educação de surdos, que tem uma proposta bilíngue, na cidade de Pelotas/RS. Esta escola oferece Estimulação Precoce, Estimulação Existencial, Educação Infantil e Ensino Fundamental, incluindo turmas de Educação de Jovens e Adultos (EJA) no período da noite. As turmas são pequenas, recebendo alunos surdos, de forma leve, moderada ou profunda, podendo ter outros comprometimentos vinculados, como alguma deficiência física, motora e/ou intelectual, Transtorno do Espectro Autista (TEA) ou sendo um aluno com surdocegueira. Todo o ensino é feito de forma bilíngue, ou seja, a Libras é a primeira língua da escola, sendo ensinado também o português na modalidade escrita. Alguns professores são surdos e, os ouvintes, na maioria são fluentes em Libras. A pesquisadora é fluente em Libras e trabalha com o ensino de Matemática para surdos há mais de 20 anos.

Os sujeitos da pesquisa foram alunos do 5º ano, porém, como a coleta dos dados aconteceu no final de 2017 e início de 2018, no final frequentavam o 6º ano do Ensino Fundamental. A turma era composta, inicialmente, por 12 alunos surdos, sendo a coleta finalizada com apenas oito. A faixa etária variava entre 10 e 12 anos e todos eram usuários da Libras para comunicação.

A pesquisadora foi autorizada pela mantenedora da escola para a realização da pesquisa, bem como todos os participantes e seus responsáveis assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e a Carta de Autorização de Uso de Imagem, mantendo suas identidades preservadas quando da divulgação dos resultados.

A coleta dos dados aconteceu durante oito encontros de uma hora e trinta minutos cada, sendo dois no mês de outubro de 2017 e os outros seis no início de 2018, entre março e abril. Durante a coleta, a pesquisadora filmou os principais momentos do encontro, geralmente sozinha, especialmente quando os alunos estavam questionando ou explicando, além de utilizar o diário de campo para registro pessoal. Os materiais concretos utilizados nos encontros foram: tampinhas e pratinhos, quadro de botões e quadro de tampas, sendo este último uma adaptação da tabuada de botões, desenvolvido pela própria pesquisadora, conforme as imagens abaixo (Figura 1).

Figura 1: Materiais didáticos utilizados



Fonte: a pesquisa.

Os dados foram analisados conforme a análise de vídeos, por se tratar de aulas dinâmicas e visuais, onde a comunicação era realizada inteiramente em Libras, retratando de maneira mais fiel e confiável os registros produzidos pelos alunos. Adotou-se para esta análise o modelo analítico de Powell, Francisco e Maher (2004), os quais analisam o desenvolvimento do pensamento matemático e empregam uma sequência de sete fases interativas e não lineares: 1) observar atentamente os dados do vídeo; 2) descrever os dados do vídeo; 3) identificar eventos críticos; 4) transcrever; 5) codificar; 6) construir o enredo; e 7) compor a narrativa. De forma sucinta, apresenta-se cada uma das etapas.

1) Observar atentamente os dados do vídeo é a fase inicial, em que o pesquisador vai somente assistir ao vídeo, sem fazer a análise, porém com foco a partir dos objetivos propostos na pesquisa.

2) Descrever os dados do vídeo é a fase analítica, de transcrição literal dos vídeos, em que o pesquisador mapeia os dados do conteúdo de forma que, além da familiarização, também seja possível revelar os detalhes contidos no mesmo.

3) Identificar os eventos críticos do vídeo requer um olhar mais profundo, onde cada detalhe de expressão, de movimento e de gesto podem ser significativos. “Um evento é chamado crítico quando demonstra uma significativa ou contrastante mudança em relação a uma compreensão prévia, um salto conceitual em relação a uma concepção anterior” (POWELL; FRANCISCO; MAHER, 2004, p. 102). Ainda segundo os autores, eventos críticos podem ser encontrados fora do vídeo, em diários de campo e anotações dos alunos.

4) Transcrever os eventos de um vídeo, permite ao pesquisador analisar com atenção elementos como a linguagem e o fluxo de ideias. “As transcrições permitem aos pesquisadores

executar codificação síncrona com videoteipes e outros artefatos” (POWELL; FRANCISCO; MAHER, 2004, p. 108).

5) Codificação é uma fase importante da análise, onde são identificados pelo pesquisador temas que o ajudarão a interpretar os dados do vídeo. É o momento em que se requer uma atenção cuidadosa no conteúdo dos eventos críticos definidos.

6) Construção do enredo é a fase que requer do pesquisador uma organização criteriosa e coerente dos eventos críticos, pois a interpretação dos dados e as inferências assumem papéis importantes. Segundo Powell, Francisco e Maher (2004), visualizações repetidas, avanços e justaposições permitem ao pesquisador refinar suas interpretações em episódios particulares da codificação dos dados.

7) A composição da narrativa no modelo dos autores, embora apareça como a última fase, começa já no início da pesquisa. Os objetivos da pesquisa bem como os dados e as mídias utilizadas, auxiliam o pesquisador a delinear seus vieses teóricos no interior do relatório de pesquisa, para culminar na escrita final do texto.

Os vídeos, a partir da proposta de análise, proporcionaram a visualização dos sinais, o diálogo entre os alunos surdos, a reflexão que realizavam diante da situação problema apresentada e, por fim, a reflexão da pesquisadora entre uma aula e outra.

Especificamente neste texto serão apresentados e discutidos os dois primeiros encontros, ocorridos em 2017.

APLICAÇÃO, ANÁLISE, RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como mencionado, a pesquisa foi desenvolvida durante oito encontros, porém aqui serão apresentados somente os dois primeiros, ocorridos nos dias 26 e 31 de outubro de 2017. Cada encontro teve a duração de uma hora e trinta minutos, e aconteceu em horário inverso das aulas regulares.

A pesquisadora não era a regente da turma, porém atuava como a diretora da escola, então, de certa forma, conhecia os alunos, porém achou necessário começar com uma apresentação dela e da turma.

No primeiro encontro estavam sete alunos, que se apresentaram fazendo a datilologia de seu nome (fazendo a descrição por meio das letras do alfabeto manual), e depois apresentando o seu sinal em Libras, que é sua identificação na comunidade surda, sendo este sinal dado sempre por um surdo (HONORA, 2014). Unicamente neste primeiro encontro a professora titular da turma, surda, também participou, não se envolvendo nos momentos posteriores.

Aos estudantes foi explicada a pesquisa a ser realizada, como funcionariam os encontros, a necessidade de filmá-los para registro e análise, bem como a importância da participação de cada um no processo. Ainda, falou-se sobre os termos de autorização, que seriam assinados por eles e pelos responsáveis, visto serem menores de idade.

No primeiro encontro, visto que a pesquisadora não era a regente da classe, optou por começar com uma atividade de sondagem referente à multiplicação e à tabuada. Esta tinha o intuito de ver como os alunos encontravam-se nesses conteúdos, para poder organizar as atividades posteriores da pesquisa.

A proposta do encontro era saber de que forma os alunos resolveriam operações básicas da multiplicação, como 12 × 2. Os estudantes, ao olharem no quadro o cálculo a ser efetuado riram para a pesquisadora, dizendo que era fácil, respondendo de forma rápida e certa, utilizando os dedos para contar.

Depois a pesquisadora apresentou para a turma outro cálculo, 123 × 2. O aluno Luis[3] foi primeiro a manifestar interesse em ir ao quadro para responder. Com o auxílio dos dedos (utilizados para contar), chegou ao resultado:

$$\begin{array}{r} 123 \\ \underline{\times 2} \\ 346 \end{array}$$

Logo, foi contestado pela colega Ana que afirmava estar errado o resultado, o que caracterizou o primeiro evento crítico da pesquisa, conforme Powell, Francisco e Maher (2004), ou seja, o primeiro momento de mudança em relação a ideia original. Esta aluna foi ao quadro resolver a mesma operação, 123 × 2, e concluiu que:

$$\begin{array}{r} 123 \\ \underline{\times 2} \\ 246 \end{array}$$

Ana, por sua vez, não se utilizou dos dedos e nem pediu material concreto para realizar o cálculo. Ela explicou o resultado em Libras e, no mesmo instante, Luis que havia realizado o cálculo anteriormente, identificou o erro e justificou que o realizou muito rápido.

Nesta etapa inicial do desenvolvimento da pesquisa já se pode observar que não bastava copiar e repetir, era necessário que os alunos refletissem sobre as ações, para que as dificuldades encontradas pudessem ser superadas e o processo de aprendizagem acontecesse de maneira que a formação de um conceito fosse contínua, duradoura e significativa para o grupo.

Observando a descrição do vídeo percebeu-se que os conhecimentos prévios que os alunos demonstraram ter, estavam relacionados à aprendizagem mecânica, segundo a teoria de Ausubel (MOREIRA, 2011; MOREIRA; MASINI, 2001; SANTOS, 2008), ou seja, a memorização da tabuada, pois a todo o momento se reportavam à descrição da mesma para resolver o algoritmo apresentado. A utilização dos dedos demonstrou uma segurança por parte do aluno na hora de conferir se o resultado estava certo ou não, apelando para o visual, contudo, eles precisaram repetir várias vezes a contagem.

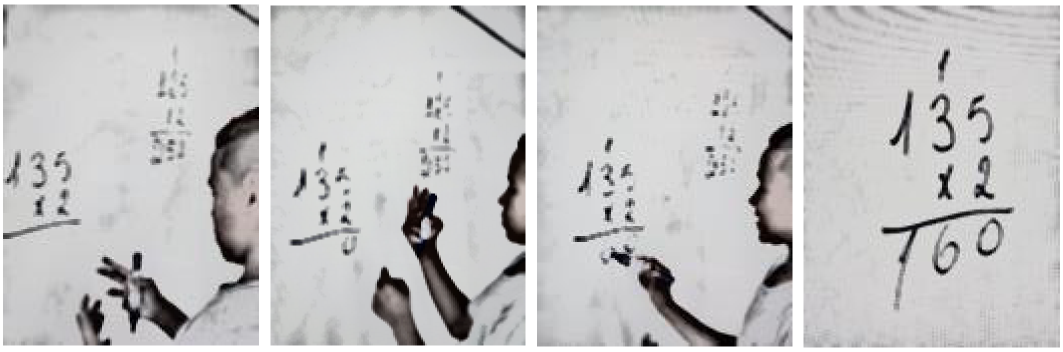
Seguindo a descrição e a análise, agora a pesquisadora apresentou outro cálculo, aparentemente semelhante, 125 × 2, e o aluno Luis pediu para resolver. Ele foi ao quadro e, novamente com o auxílio dos dedos, realizou a operação: 125 × 2 = 250, obtendo a aprovação dos colegas.

Outro aluno, Lucas, pediu para também resolver um cálculo, pois estava fácil. Então a professora apresentou 135 × 2. O aluno começou a resolver. Ele parou, pensou, fez uso dos dedos para contar, demonstrando não ter certeza, porém continuou, conforme se percebeu na sequência de imagens a seguir (Figura 2).

Os colegas demonstraram dúvida; um não concordou com o resultado, foi até o quadro e

3 Os nomes utilizados são fictícios buscando preservar a identidade dos sujeitos e foram escolhidos pelos próprios alunos.

Figura 2: Desenvolvimento apresentado por Lucas para 135 × 2



Fonte: a pesquisa.

tentou resolver. Esse foi mais um evento crítico analisado. Neste primeiro passo, os alunos concordaram que 2 × 5 = 10 e logo em seguida, para ter certeza de que 2 × 3 = 6, eles se utilizaram de uma estratégia que a maioria dos alunos surdos usam, que era a memorização com auxílio dos dedos, fazendo 2 × 3 = 3 + 3 = 6.

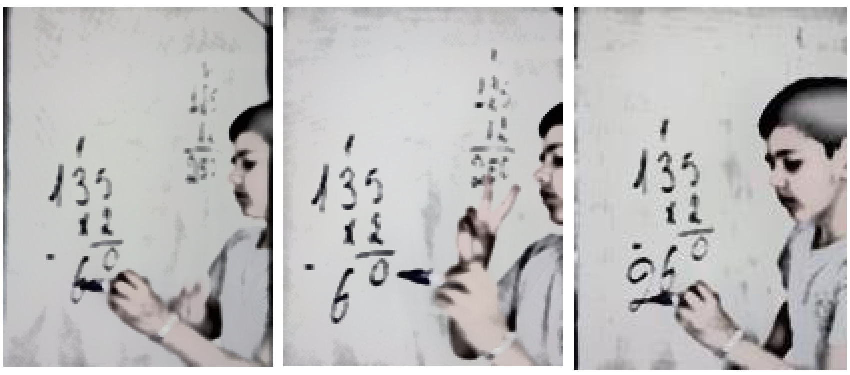
Verificou-se então, que o *subsunçor* desse conhecimento, para alguns alunos, não se encontrava estruturado cognitivamente, pois não estava se inter-relacionando e hierarquicamente organizado, conforme argumenta Moreira (2011).

Vergnaud (2009), por sua vez, explica que a estrutura multiplicativa necessita de um conjunto de situações onde o seu domínio requer uma ou várias operações, neste caso o aluno para ter certeza da multiplicação 2 × 3 = 6, associa 2 × 3 à soma 3 + 3, ou seja, a multiplicação como soma de parcelas iguais.

O aluno encontrou dificuldades para concluir a operação e então pediu ajuda ao colega que sinalizou 2 × 1 = 2, e então demonstrou à pesquisado, conforme percebe-se na sequência de imagens (Figura 3).

Um colega imediatamente reagiu, questionando o valor encontrado para o resultado da dezena, afirmando que o colega havia esquecido se de contar + 1 na casa das dezenas e que, portanto, 135 × 2 = 270.

Figura 3: Desenvolvimento de 135 × 2, apresentado pelo segundo aluno



Fonte: a pesquisa.

Nesta aula foram apresentados aos alunos alguns cálculos que deveriam ser resolvidos sem o auxílio de materiais concretos. A percepção inicial foi que a multiplicação, foco da pesquisa, era de conhecimento da turma, e os cálculos foram resolvidos por meio da tabuada, indicando uma aprendizagem mecânica baseada na memorização de resultados.

Observou-se, também, que os alunos aparentaram ter a noção de que a multiplicação é somente a soma de parcelas iguais, não mostrando conhecer outras estruturas como nos fala Vergnaud (2009), provável por não terem sido trabalhadas em sala.

E, ainda, que existe uma tabela, chamada de tabuada, onde constam todos os resultados, porém não sabem o porquê de determinadas multiplicações admitem tais resultados. Essa tabela estava fixada no final dos cadernos dos alunos, como um registro a ser consultado caso necessário.

A proposta para o segundo encontro foi que os alunos descobrissem o multiplicador e o multiplicando, de acordo com o resultado dado, buscando resgatar nos alunos a ideia de que alguns resultados poderiam ser obtidos de formas diferentes, talvez a partir da operação inversa da multiplicação, a divisão.

Para auxiliar no desenvolvimento da atividade proposta, a pesquisadora apresentou um material de apoio para contagem, tampinhas e pratinhos. Os alunos poderiam manuseá-los e verificar as possíveis multiplicações com o mesmo resultado. Porém os alunos preferiram desenhar no quadro a representação simbólica das multiplicações no início.

O primeiro resultado a ser analisado pelos alunos foi 4. A Figura 4 seguinte ilustra o raciocínio a ser utilizado.

Figura 4: Cálculos com resultado 4

$\_\_\_ \times \_\_\_ = 4$

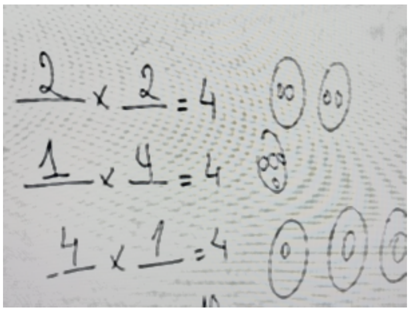
$\_\_\_ \times \_\_\_ = 4$

$\_\_\_ \times \_\_\_ = 4$

Fonte: a pesquisa.

No quadro, os alunos desenharam a representação dos pratinhos com as tampinhas, mas negaram-se a utilizá-los, pois era infantil. Ao trabalharem com essas multiplicações os alunos perceberam que o resultado 4 apareceu na tabuada mais de uma vez, figurando nas tabuadas do 1, do 2 e do 4 (Figura 5).

Figura 5: Representação no quadro dos cálculos com resultado 4



Fonte: a pesquisa.

Embora o resultado seja igual, 1 × 4 e 4 × 1 são operações distintas, ou seja, tem um significado diferente se contextualizadas (VERGNAUD, 2009). Neste momento, além da ideia da multiplicação como a adição de parcelas iguais, também se descobriu (ou relembrou-se) a comutatividade, ou seja, a ordem dos fatores não altera o produto, considerando o resultado numérico, como mencionado anteriormente.

Porém, a comutatividade da multiplicação não deve ser vista somente pelo seu resultado final, pois uma coisa é pensar 1×4, ou seja, 1 grupo de 4 elementos e outra coisa é pensar 4×1, ou seja, 4 grupos com 1 elemento em cada grupo (VERGNAUD, 2009).

Logo em seguida, a pesquisadora lançou outro desafio e, desta vez, as multiplicações tinham como resultado 12 (Figura 6).

Figura 6: Cálculos com resultado 12

___ × ___ = 12

___ × ___ = 12

___ × ___ = 12

___ × ___ = 12

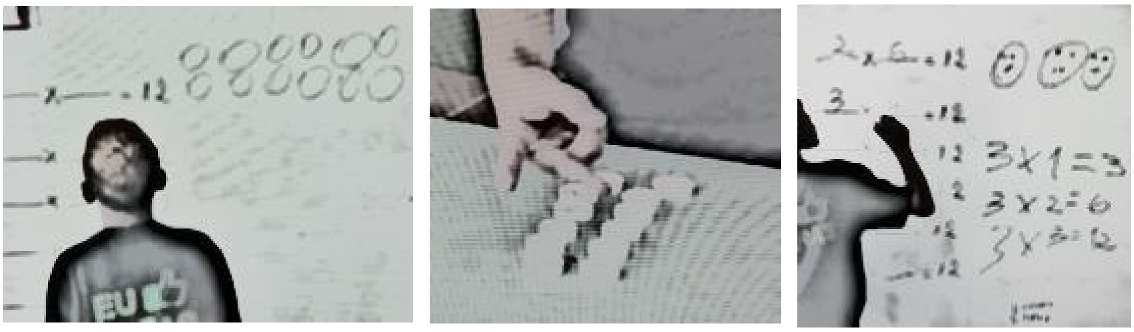
___ × ___ = 12

___ × ___ = 12

Fonte: a pesquisa.

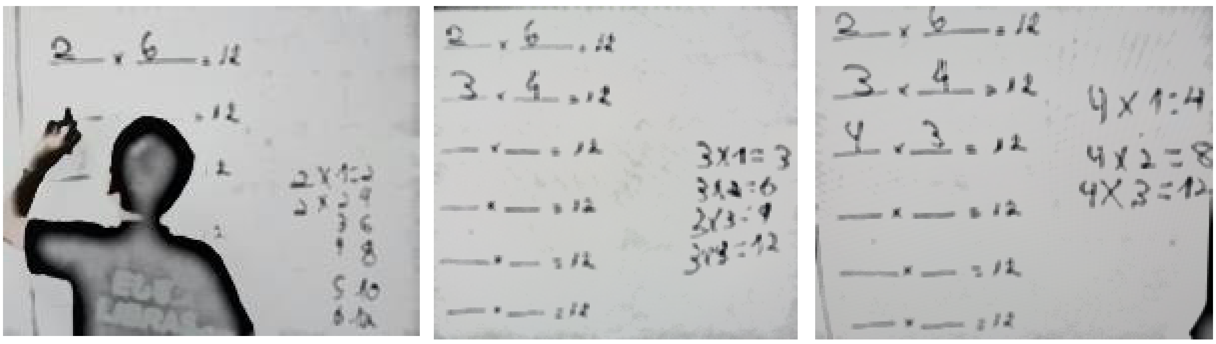
Dois alunos, Luis e Lucas, foram ao quadro para resolverem as multiplicações, cada um a sua maneira. Lucas realizou os cálculos por meio de material concreto e visual, o que pode ser visto na primeira sequência de imagens (Figura 7); enquanto Luis tentava lembrar-se da sequência da tabuada escrita, reproduzindo ao lado das operações, essa sequência, conforme a segunda sequência de imagens (Figura 8).

Figura 7: Resultado 12 na construção de Lucas



Fonte: a pesquisa.

Figura 8: Resultado 12 na construção de Luis



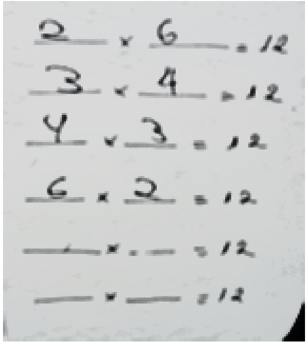
Fonte: a pesquisa..

Luis, ao encontrar o respectivo multiplicador e multiplicando, vibrava e completava o exercício. O aluno Lucas, mesmo com o auxílio dos desenhos, do material concreto e dos dedos, encontrava dificuldades e, por vezes, reproduzia o que o colega ao lado realizava, podendo ser identificado como um evento crítico na aula, conforme a análise teórica proposta.

Neste momento percebeu-se uma aprendizagem mecânica, pois mesmo com o material concreto disponível, pratinhos e tampinhas, os alunos tiveram dificuldades em realizar a tarefa. Ausubel nos diz que a aprendizagem mecânica é algo momentâneo que não traz grande significado e, com o passar do tempo, torna-se esquecida (MOREIRA, 2011). O autor também enfatiza que a aprendizagem significativa não quer dizer uma aprendizagem que o aluno não vai esquecer, porém, mesmo com o passar dos anos, se os *subsunçores* foram bem trabalhados, aquilo que se pensa estar esquecido poderá ser relembrado e aplicado com mais significado. Pensando nos alunos de forma geral, muitas vezes a multiplicação é somente decorada de forma mecânica, porém alguns valores, talvez os mais simples ou os mais utilizados no cotidiano, ficam embutidos em nosso cérebro, de forma a lembrá-los quando necessário.

Após realizar diferentes multiplicações, o aluno Luis conseguiu encontrar os seguintes resultados, apresentado na Figura 9.

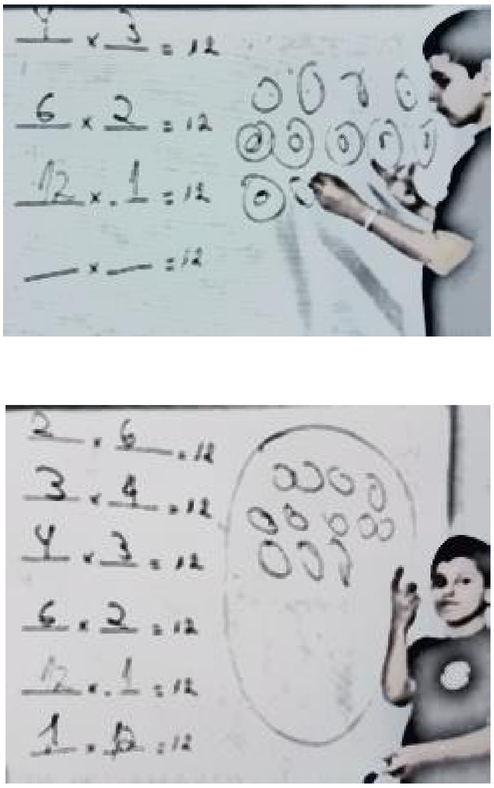
Figura 9: Resultados para 12



Fonte: a pesquisa.

Já os resultados 1 × 12 = 12 e 12 × 1 = 12 foram mais difíceis e, mesmo com o apoio do material concreto, não conseguiu. Uma das hipóteses da dificuldade do aluno refere-se ao fato de que os cálculos estão fora da tabuada trabalhada

Figura 10: 1 × 12 = 12



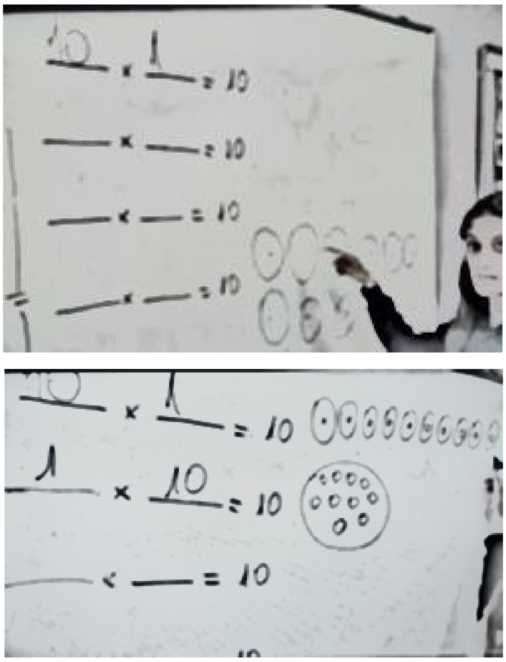
Fonte: a pesquisa.

convencionalmente em sala de aula, ou seja, até a tabuada do 10. Destaca-se que “para dominar a multiplicação e a divisão, o aluno deve ser capaz de resolver diversos tipos de situações. Não basta saber realizar o cálculo numérico” (GITIRANA *et al*, 2014, p. 38).

Neste momento a colega Lara veio ao quadro e explicou em Libras que poderiam ser 12 pratinhos com uma tampinha em cada pratinho e, assim, corresponderia a 12 × 1 = 12. Logo após ver a explicação da colega, Luis resolveu responder e repetir o que Lara havia realizado. Ele se deu conta que poderia também ser um pratinho com 12 tampinhas. Os colegas conversaram entre si, trocaram ideias e, um auxiliando ao outro, concluíram que o resultado 1 × 12 = 12 também era possível.

A cada acerto, uma vibração por ter entendido e conseguido responder. As diferentes formas de se chegar ao resultado foram percebidas como diferentes situações que levam a produção de um conceito, na perspectiva de Vergnaurd (2009). Além disso, “é importante considerar o papel da linguagem e do simbolismo na conceitualização e na ação dos estudantes” (ZANELLA; BARROS, 2014, p. 16).

Figura 12: Resultado 10 – Lara



Fonte: a pesquisa.

A aluna Lara, empolgada com a atividade, pediu para responder ao seguinte questionamento (Figura 11):

Figura 11: Cálculos com resultado 10

___ × ___ = 10

___ × ___ = 10

___ × ___ = 10

___ × ___ = 10

Fonte: a pesquisa.

O primeiro argumentou ser fácil de responder, já os demais recorreram ao apoio do material concreto e ao auxílio dos colegas.

Ao desenhar 10 conjuntos com uma unidade em cada e, depois, um conjunto com 10 unidades, a aluna fez o seguinte questionamento, 1 × 10 é maior que 10 × 1? Neste momento a pesquisadora explicou que na Matemática 1 × 10 e 10 × 1 admitem a mesma resposta, 10, o que mostra que na multiplicação a ordem dos fatores não altera o produto final. Porém o que ela representou no desenho foi o número de conjuntos e elementos em cada conjunto de forma distinta, mostrando que ao contextualizar o problema os fatores da multiplicação ganham sentidos diferentes. Então, não tinha um maior ou menor, o que variou em cada representação do desenho foi a forma como são distribuídos os elementos dentro de cada conjunto. O segundo encontro foi finalizado neste momento.

Nos demais encontros, que não serão descritos aqui, os alunos utilizaram os materiais didáticos, apresentando reflexões interessantes sobre o campo multiplicativo, na perspectiva de Vergnaud (2009).

Apesar de nesses dois primeiros encontros os alunos não usarem os pratinhos e as tampinhas de forma concreta, pode-se dizer que os mesmos foram utilizados por meio de imagens desenhadas no quadro, pois a representação visual utilizada pelos alunos era exatamente essa.

Com essa visualização, conclui-se que os alunos conseguiram perceber que a ordem dos fatores na multiplicação não alterava o resultado final, porém o significado de cada fator, ao visualizarem os pratinhos com as referidas tampas dentro, mudava o sentido do problema. Era uma compreensão direta da importância da contextualização do problema.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino da multiplicação é um campo conceitual trabalhado no Ensino Fundamental que pode e deve ser mais explorado nas salas de aula, não sendo apenas a memorização da tabuada do 1 ao 10, porém sendo apresentado a partir de diferentes contextos, como indica Vergnaud (2009), buscando proporcionar uma aprendizagem significativa ao aluno, conforme Ausubel (MOREIRA, 2011).

Os resultados da pesquisa, ainda que aqui apresentados parcialmente, mostraram que os alunos resolveram questões através da multiplicação, compreendendo que o algoritmo da multiplicação é comutativo. Ainda, ao manusearem os materiais concretos, ou representá-los por meio de imagens no quadro, percebeu-se que os alunos entenderam o conceito da multiplicação, em que cada termo tem sua função específica.

Destaca-se, por fim, a importância de o pesquisador ter domínio da Libras, língua de aprendizagem de seus alunos, o que possibilitou um processo direto de comunicação, respondendo questionamento, propondo situações e de fato vivenciando com os estudantes um processo de ensinar e aprender multiplicação num contexto de Educação de Surdos.

REFERÊNCIAS

BITTAR, M.; MUNIZ, C. A. (Org). **A aprendizagem matemática na perspectiva da teoria dos campos conceituais**. Curitiba: CRV, 2009.

GITIRANA, V. *et al*. **Repensando multiplicação e divis**ão: contribuições da Teoria dos Campos Conceituais. São Paulo: PROEM, 2014.

HONORA, M. **Inclusão educacional de alunos com surdez**: concepção e alfabetização. São Paulo: Cortez, 2014.

MAGINA, S. *et al*. **Repensando adição e subtração**: contribuições da Teoria dos Campos Conceituais. 3. ed. São Paulo: PROEM, 2008.

MASINI, E. F. S.; MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. São Paulo: Vetor, 2008.

MESERLIAN, K. T.; VITALIANO, C. R. Análise sobre a trajetória histórica da Educação dos Surdos. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO– EDUCERE, IX. **Anais**... Curitiba: PUCPR, 2009. Disponível em: <https://goo.gl/wVEPQm>. Acesso em: 29 jul. 2018.

MIRANDA, Wilson de Oliveira. **A Experiência e a Pedagogia que Nós Surdos Queremos (manuscrito)**. 2007. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS, 2007.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**: a teoria e textos complementares. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2001.

MOURA, M. C. de. **O surdo**: caminhos para uma nova identidade. Rio de Janeiro: Revinter, 2000.

MOURA, M. C. Surdez e linguagem. In: LACERDA, C. B. F.; SANTOS, L. F. **Tenho um aluno surdo, e agora?** Introdução à Libras e educação de surdos. São Carlos: EdUFSCar, 2014.

NOGUEIRA, C. M. I. (Org). **Surdez, inclusão e matemática**. Curitiba: CRV, 2013.

NUNES, T. *et al*. **Promovendo o sucesso das crianças surdas em matemática**: uma Intervenção Precoce. In: Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática. 2013. Año 8. Número 11. pp 263-275. Costa Rica. Disponível em: <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/view/14731/13976>. Acesso em: 10 out. 2016.

POWELL, A. B.; FRANCISCO, J. M.; MAHER, C. A. Uma abordagem à análise de dados de vídeo para investigar o desenvolvimento das ideias matemáticas e do raciocínio de estudantes. **Bolema**, Rio Claro-SP, v. 17, n. 21, maio/2004.

SANTOS, J. C. F. **Aprendizagem significativa**: modalidades de aprendizagem e o papel do professor. Porto Alegre: Mediação, 2008.

VERGNAUD, G. Entrevista com Gérard Vergnaud. **Nova Escola**, Edição 215, set. 2008. Disponível em: <https://goo.gl/8CqVpd>. Acesso em: 29 jul. 2017.

VERGNAUD, G. **A criança, a matemática e a realidade**: problemas do ensino da matemática na escola elementar. Curitiba: Ed. da UFPR, 2009.

VIANA, F. R.; BARRETO, M. C. **O ensino de matemática para alunos com surdez**: desafios docentes, aprendizagens discentes. Curitiba: CRV, 2014.

ZANELLA, M. S.; BARROS, R. M. de O. **Teoria dos Campos Conceituais**: situações problemas da estrutura aditiva e multiplicativa de naturais. Curitiba: CRV, 2014.

IMPACTOS CAUSADOS PELO LIXO NO AMBIENTE ESCOLAR: PROJETO INTERDISCIPLINAR DESENVOLVIDO POR MEIO DO PIBID

Kleyfton S. Silva[1]
Mayrane C. M. Nascimento[2]
Jeniffer M. D. Freitas[3]
Laerte S. Fonseca[4]
Alan J. D. Freitas[5]

Resumo: Este artigo descreve a realização de um projeto interdisciplinar desenvolvido por discentes do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Alagoas-IFAL, numa escola pública localizada no município de Maceió-AL, por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência-PIBID. Buscou-se aprimorar o processo de aprendizagem dos alunos da educação básica a partir de ações eficientes para redução do lixo produzido pela escola, fazendo-se uso de conceitos químicos e matemáticos no desenvolver destas ações. O projeto foi dividido em quatro etapas, na qual se contou com a participação de todos os alunos, demais funcionários que fazem parte da escola, bem como de colaboradores de outras instituições. Os resultados obtidos foram de extrema relevância tendo em vista a participação íntegra dos alunos em cada uma das etapas trabalhadas, assim como, as ações que estes desenvolveram a partir de um trabalho conjunto e consciente a favor da melhoria do ambiente escolar.

Palavras-Chave: PIBID. Interdisciplinaridade. Lixo na Escola.

Abstract: This paper describes the realization of an interdisciplinary project developed by students of the Licentiate Course in Chemistry of the Federal Institute of Alagoas-IFAL, in a public school located in the municipality of Maceió-AL, through the Institutional Scholarship Initiation Program - PIBID. It was tried to improve the learning process of the students of basic education from efficient actions to reduce the waste produced by the school, making use of chemical and mathematical concepts in the development of these actions. The project was divided into four stages, in which the participation of all the students, other employees who are part of the school, as well as of collaborators of other institutions participated. The results obtained were of extreme relevance in view of the students' full participation in each of the stages worked, as well as the actions they developed through a joint and conscious work in favor of improving the school environment.

Keywords: PIBID. Interdisciplinarity. Garbage in School.

---

1 Instituto Federal Goiano. E-mail: kley.soares@hotmail.com
2 E-mail: mayrane.carla@hotmail.com
3 Instituto Federal de Alagoas. E-mail: mclaine.jeny@gmail.com
4 Instituto Federal de Sergipe. E-mail: laerte.fonseca@uol.com.br
5 Instituto Federal de Alagoas. E-mail: ajdfifal@gmail.com

INTRODUÇÃO

No processo de ensino e aprendizagem é importante que para além dos conceitos trabalhados sobre as diversas ciências existentes, as escolas tenham a preocupação em abordar acerca do que é, e qual a importância da educação ambiental, pois de acordo com Gotuzzo (2011) a educação ambiental é um processo de sensibilização que estimula os indivíduos a uma expressiva mudança atitudinal, favorecendo a disseminação da importância da preservação do ambiente que estão inseridos.

Para o estudo da educação ambiental é importante que a escola trabalhe de maneira transversal e interdisciplinar (BRASIL, 1997). Pois, são muitos os conceitos que podem ser abordados através dessa temática. Dentre esses, podemos citar os sólidos geométricos na matemática e poluição no domínio da química, visto que ambos estão relacionados a propriedades esperadas pela temática do lixo no ambiente escolar.

No espaço escolar é importante que todos os professores tomem consciência da necessidade de integrar o conteúdo de educação ambiental aos demais vistos em sala de aula, pois, sabemos que muitos profissionais não dão ênfase a temáticas como esta, dirigindo-se sempre ao ensino específico de suas áreas de atuação.

O Lixo é um dos temas importantes que deve ser abordado em sala de aula, visto ser tão presente no dia a dia. Este não é só realidade das ruas, casas, empresas, dentre outras instituições. É, também, uma problemática de muitas escolas que não possuem um quadro adequado de funcionários destinados à limpeza, bem como de alunos e funcionários verdadeiramente conscientes.

Refletindo-se acerca da importância da educação ambiental e da problemática que é o lixo, desenvolveu-se um projeto interdisciplinar numa escola pública do município de Maceió, com o objetivo de aprimorar os conhecimentos dos alunos a partir de ações ambientais que pudessem trabalhar a favor do ambiente escolar, pois a questão do lixo foi um aspecto observado na escola, visto que esta faz parte do grupo de escolas que não possuem um quadro adequado de funcionários para limpeza. As ações trabalhadas discorreram de maneira interdisciplinar através do uso de alguns conceitos químicos e matemáticos relacionados a esse tema tão abrangente.

IMPORTÂNCIA DO PIBID COMO MEDIADOR DE PROJETOS

O Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), nos últimos anos, vem se tornando um dos maiores mediadores de práticas diferenciadas no processo de ensino aprendizagem no Brasil. De acordo com diretrizes trazidas pela CAPES, um dos objetivos é fazer com que graduandos ganhem experiências por meio da participação nos contextos reais de sala de aula. Essa iniciativa beneficia os licenciandos porque eles têm a oportunidade de desenvolver novas metodologias, em que o uso das tecnologias e apropriação de teorias de aprendizagem modernas enriquece o fazer pedagógico.

A partir desta ideia, os licenciandos que já foram inseridos na educação básica através do programa estão realizando trabalhos diferenciados de forma prática e dinâmica.

A pedagogia de projetos é uma das propostas metodológicas que é custeada pelo programa. Quando são necessários recursos financeiros para realização concreta dos mesmos, os discentes que são bolsistas do PIBID dispõem dos recursos que a CAPES libera para a realização dessa atividade, desde que esta esteja devidamente elaborada, e que vise trazer resultados relevantes para a comunidade.

Por isso é importante que se compreenda a importância do projeto, pois é ele a base das mudanças que já foram implantadas em várias escolas e continuam sendo trabalhadas em prol de uma educação de qualidade, que não forme apenas alunos que aprendem fórmulas e conceitos, mas alunos críticos que conseguem relacionar os conhecimentos adquiridos na escola com o cotidiano vivenciado.

O LIXO NO AMBIENTE ESCOLAR

Cotidianamente, as pessoas estão diariamente descartando resíduos. Estes resíduos caracterizados como lixo são restos de materiais produzidos em todos os lugares e momentos. Nas escolas este processo não se faz diferente, ele ocorre diariamente, e em grande quantidade.

Lixos são resíduos gerados pela sociedade de modo que seus produtores não mais pretendem conservá-los (OLIVEIRA, 2006). Mas isso não quer dizer que a esses resíduos não existe a possibilidade de agregar valor.

Quando se fala sobre lixo, trata-se de questões sociais, ambientais e econômicas, e segundo Calderoni (2003, p. 123):

> Sob o ponto de vista econômico, resíduo ou lixo é todo material que uma dada sociedade ou agrupamento humano desperdiça. Isso pode decorrer de várias razões como sejam, por exemplo, problemas ligados à disponibilidade de informação ou de meios para realizar o aproveitamento do produto descartado, inclusive da falta de desenvolvimento de um mercado para produtos recicláveis.

A fala de Calderoni é notória em se tratando do lixo no ambiente escolar, pois o que se observa em muitas escolas são grandes quantidades de resíduos sendo despejados sem qualquer tipo de separação, por conta da falta de discernimento de reaproveitá-lo.

É justamente nesse momento que o papel da escola se torna fundamental, objetivando-se formar alunos críticos e reflexivos em torno de questões tão importantes como, por exemplo: o que fazer com o lixo que é gerado por todos no ambiente escolar?

Nas salas de aula, bem como nas salas de gestão e pátrio escolar são produzidos na escola uma expressiva quantidade de resíduos. É necessário que alunos, professores e gestores e demais funcionários da escola compreendam que resíduos que são considerados como lixo, podem não ser lixo e que estes são fonte de renda para muitas famílias.

Sabe-se que nos dias atuais muitos trabalhos estão sendo realizados, como, por exemplo, o trabalho com a reciclagem e com o uso do sistema de coleta seletiva, buscando a diminuição do lixo gerado. Mas, a preocupação dos governantes e da sociedade em recuperação dos materiais recicláveis ainda é pequena perto do que se espera.

Logo, no ambiente escolar, para que o lixo venha a ser reduzido e reaproveitado é necessário que sejam realizados trabalhos com os alunos, bem como com demais funcionários para que todos numa ação conjunta contribuam a favor de questões ambientais.

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi desenvolvido por discentes do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Alagoas, Campus Maceió, o qual teve como público alvo alunos de uma Escola Estadual, localizada no município de Maceió-AL.

Este foi dividido em quatro etapas diferentes:

1. Roda de conversa entre bolsistas do PIBID/Alunos;
2. Mutirão de limpeza com todos os alunos e demais funcionários que fazem parte da escola;
3. Aplicação de um vídeo sobre o lixão da cidade de Maceió, seguido de discussões e realização de oficinas com materiais recicláveis;
4. Culminância do projeto: Exposições/ Apresentações dos alunos sobre o lixo.

Roda de conversas

As rodas de conversas com os alunos iniciaram o ciclo de atividades que foram trabalhadas no decorrer do projeto. Foram realizadas discussões sobre os impactos causados pelo lixo no ambiente escolar para que os alunos pudessem expor os conhecimentos prévios que estes tinham em relação ao tema, assim como foi um momento informativo acerca do que seria realizado nos outros momentos de atividades. Pois, de acordo com Coelho (2007), a roda de conversa cria espaços de diálogo na qual as pessoas podem escutar os outros e a si mesmos, através de trocas de experiências.

Mutirão de Limpeza

Segunda etapa do projeto na qual foi atribuído que todos os alunos e demais funcionários que compõe a escola estivessem presente para realização de uma limpeza conjunta de todo o compartimento escolar, realizada em um dos sábados letivos do calendário escolar.

Aplicação do vídeo sobre o antigo lixão de Maceió, discussões e oficinas

Esta etapa foi realizada no auditório da escola participante com todos os alunos, bolsistas do PIBID e colaboradores de outras instituições que trabalharam com as oficinas que trataram do lixo reciclável. Inicialmente os alunos assistiram ao vídeo, foi discutido acerca da temática. Depois estes se dividiram em grupos para realização das oficinas como: caixinhas de papel, porta-trecos de garrafas PET, construção de horta orgânica.

Exposição de materiais e resultados pelos alunos

Etapa do projeto na qual os alunos se dividiram em dois grupos por turma para apresentar a temática escolhida da forma que estes achassem necessária, como exemplo: apresentações em forma cartazes, apresentação em slides com o uso de Datashow, paródias, dentre outras.

Abaixo segue o sequenciamento das atividades desenvolvidas:

Quadro 1 – Relação de atividades desenvolvidas no projeto

ATIVIDADES	PARTICIPANTES	RESPONSÁVEIS
Rodas de conversa	Bolsistas do PIBID e Alunos	Bolsistas do PIBID (Química)
Mutirão de limpeza	Todos que compõem a escola	Bolsistas do PIBID, Professores e gestores
Aplicação do vídeo e Realização das oficinas	Alunos, Bolsistas do PIBID, colaboradores	Bolsistas do PIBID (Química) e colaboradores
Culminância do Projeto	Alunos	Bolsistas do PIBID (Química) e Supervisor

Fonte: os autores.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Rodas de conversas

Nos momentos de rodas de conversas, os conhecimentos foram disseminados de maneira prazerosa, pois conseguiu-se discutir sobre o tema do projeto de forma dinâmica.

Nesse momento, os alunos fizeram uma série de perguntas acerca da temática do lixo: quais os tipos existentes, como eles são reaproveitados, dentre outras perguntas. Os bolsistas responderam algumas das indagações; no entanto, deixaram por conta de os alunos pesquisarem também questões específicas sobre o projeto.

Foi discutida a importância de manter-se o ambiente escolar limpo e organizado, bem como da necessidade de serem desenvolvidas atividades como os projetos para conscientizar a comunidade escolar de maneira significativa.

Conseguiu-se despertar um olhar crítico e reflexivo por parte dos alunos em relação a questões ambientais, assim como se instigou a curiosidade destes para pesquisar e realizar ações que beneficiem a sociedade em geral e, principalmente, a comunidade escolar participante do projeto.

Mutirão de Limpeza

Na etapa do mutirão, todos os alunos e demais funcionários que compõem a escola, juntamente com os bolsistas do PIBID se juntaram para limpar a escola.

Os resultados obtidos foram de extrema relevância, pois uma das maiores problemáticas da escola é a falta de limpeza, onde o conceito de polução em química foi discutido, principalmente em alguns compartimentos como os laboratórios, que antes do PIBID ser inserido quase nunca era utilizado e limpo.

Como se tratou de uma atividade que necessitava de trabalho manual com uso de vassouras, rodos, e materiais de limpeza, aproveitou-se para abordar os formatos geométricos desses sinalizando-os como objetos de estudo da matemática. Entretanto, conseguiu-se um número elevado de alunos e funcionários para realização da mesma. A Figura 1 mostra imagens de alguns alunos

Figura 1 – Projeto interdisciplinar: Imagens do mutirão de limpeza da escola

Fonte: a pesquisa.

participando da arrumação e limpeza da escola.

Com o auxílio dos alunos, todas as salas de aulas foram lavadas. As salas de coordenação e direção ficaram por conta dos gestores da escola. A limpeza dos laboratórios ficou por conta dos bolsistas do PIBID. E demais compartimentos por conta dos funcionários da área de apoio.

Ao fim da ação, a escola ficou como todos almejavam, limpa e organizada, em outras palavras, despoluída e estruturada, marcando-se, dessa forma, a importância da apropriação e uso dos conceitos matemáticos e químicos citados anteriormente. No entanto, o que de mais importante conseguiu-se conquistar nesse dia foi a formação de alunos conscientes, e cidadãos que se preocupam com a escola e com as condições que esta se encontra, além de experimentarem, na prática, o sentido da interdisciplinaridade.

Aplicação do vídeo sobre lixão de Maceió, discussões e oficinas

Nessa etapa, os momentos de satisfação foram vários, pois, inicialmente foi realizada uma pesquisa sobre cooperativas que trabalham com reciclagem, e chegou-se à cooperativa "copvila" situada no bairro do São Jorge no município de Maceió-AL.

Foi realizada uma visita in lócus à cooperativa. Nesta, compreendeu-se a importância da reciclagem a partir da experiência de ver presencialmente o trabalho que nela é realizado. Teve-se ainda a oportunidade de se conversar acerca da reciclagem, sua importância e quais os materiais que já haviam sido produzidos.

Ao término da visita à cooperativa, foi ganho um vídeo sobre o antigo lixão de Maceió o qual foi aplicado com os alunos.

A aplicação do vídeo foi um momento de bastante seriedade enquanto atividade trabalhada durante o projeto, pois, apesar de ser uma realidade desumana e tão comentada pela sociedade alagoana, todas as pessoas participantes da exibição do vídeo ficaram chocadas em saber que um dia tantas pessoas dependeram de um lugar tão inadequado de ser frequentado e, principalmente, deste ter funcionado como fonte de renda para tantas famílias.

As discussões posteriores à exibição do vídeo foram de bastante relevância, pois os alunos deram seus depoimentos acerca do que acharam do vídeo e, sobretudo, emocionaram-se com as cenas e depoimentos que ouviram.

Assim como o vídeo, as oficinas trabalhadas também proporcionaram resultados bastante significativos. Os alunos participaram com muita curiosidade e contentamento no processo de construção da horta orgânica, bem como dos objetos feitos de materiais recicláveis. Estes foram muito bem orientados pelos colaboradores.

No momento das oficinas, os alunos puderam averiguar o quanto o papel, a garrafa PET, papelão, pedaço de espuma, entre outros materiais podem ser reaproveitados, pois estes construíram, por exemplo: caixinhas de presente a partir do papel e os porta-trecos com uso de garrafas PET.

Ao término das oficinas, os colaboradores ainda deram dicas aos alunos de como produzir outros objetos a partir de materiais recicláveis em suas residências. Como por exemplo, embalagens para presente também feitas de papel, assim como arvores de natal com uso de garrafa PET e outros materiais para decoração.

Ao fim desta etapa, todos os alunos saíram bastante satisfeitos em ter a oportunidade de serem informados sobre questões tão presentes no dia a dia e que muitas vezes não são comentados e trabalhadas no espaço escolar.

Exposição de materiais e resultados pelos alunos

Última etapa e considerada a mais importante atividade do projeto. O dia da exposição foi o momento em que os alunos participantes apresentaram acerca de tudo que eles puderam compreender durante as outras atividades desenvolvidas no projeto, juntamente com o que eles pesquisaram nos momentos fora de sala de aula. Este foi surpreendente para bolsistas do PIBID, professores e gestores da escola.

Todas as turmas participantes dividiram-se em dois grupos cada uma. As apresentações foram realizadas em diferentes formas. Muitas apresentaram em forma de cartazes, outras em forma de dança e paródias, mas todas com um nível elevadíssimo de conhecimentos adquiridos.

Percebeu-se que muitas turmas optaram em apresentar em forma de cartazes, de maneira bem convencional. Estas apresentações foram bastante significativas, pois estes alunos expuseram de maneira muito clara o conteúdo proposto como, por exemplo: explicar o lixo orgânico. Mas, além da explicação, eles se preocuparam em levar o tipo de lixo como demonstração prática e visual do conteúdo.

As turmas de oitavo e nono ano do ensino fundamental, assim como as dos primeiros anos do ensino médio, apresentaram em grande maioria apenas na forma de cartazes, com exceção de um grupo do 9º ano e um do 1º que prepararam e cantaram paródias como complemento das apresentações. A Figura 2 mostra alguns dos grupos referidos que apresentaram paródias.

Figura 2 – Projeto Interdisciplinar: turmas de 9º e 1º ano apresentando

Fonte: a pesquisa.

As turmas de segundos e terceiros anos do ensino médio diversificaram um pouco mais, pois foram as turmas que confeccionaram camisas, bem como prepararam como complementos para as apresentações: danças e espaços cinematográficos referentes ao tema proposto. A Figura 3 apresenta imagens das turmas de 2º e 3º anos no dia da exposição do projeto.

Figura 3 – Projeto Interdisciplinar: Turmas de terceiro ano do ensino médio

Fonte: a pesquisa.

Em termos de ornamentação e organização todos os grupos deram exemplo de dedicação. Em termos de aprendizagem, eles também surpreenderam, pois apresentaram os conteúdos de forma satisfatória sem necessitar de papéis para auxiliá-los.

Durante as apresentações estes foram indagados pelos bolsistas acerca de questões específicas sobre o tema de cada um, assim como, acerca da importância que eles discernem em serem realizados projetos como este na escola.

Muitos dos alunos responderam que "*os projetos na escola são muito importantes, pois, para entender os impactos ambientais causados pelo lixo no ambiente escolar, eles precisavam compreender primeiramente sobre os tipos de lixos existentes na natureza e como devemos nos comportar frente à produção e despejo dos mesmos nos locais que convivemos diariamente*".

Conseguiu-se formar alunos conscientes, que se preocuparam até em utilizar o lixo orgânico produzido pela escola para servir de adubo para produção de hortas. Ademais, fizeram uso de garrafas PET também despejadas na escola como material reciclável para construção de vários brinquedos.

Enfim, averiguou-se que é necessária a realização de projetos como este, e que estas discussões devem ocorrer periodicamente para que as questões ambientais não sejam deixadas de lado. Fortalecendo, inclusive, o sentimento de cidadão consciente que deve prevalecer a partir de atitudes como separar os resíduos corretamente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do projeto possibilitou a reflexão acerca da importância de se trabalhar temáticas e propostas metodológicas diferenciadas no processo de ensino e aprendizagem como forma de aprimorá-lo.

Averiguou-se que o projeto é uma das maneiras de proporcionar disseminação de conhecimento de forma dinamizada, através de vários trabalhos e ações que são realizadas para o beneficio da escola e sociedade. Percebeu-se, ainda, que os demais funcionários que compõem a escola também foram conscientizados em relação à importância do lixo e seu uso enquanto material reciclável, bem como que não se constitui em uma tarefa impossível correlacionar conceitos matemáticos (sólidos geométricos) e químicos (poluição) para abordar durante uma ação integradora e interdisciplinar.

Ademais, devemos refletir sobre o espaço escolar como sendo um ambiente que deve estar sempre limpo para ser um espaço de aprendizagem agradável a todos.

REFERÊNCIAS

BRASIL, MEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: meio ambiente e saúde. Brasília, MEC, 1997.

CALDERONI, Sabetai. **Os bilhões perdidos no lixo**. São Paulo: Humanitas, 4ª ed., 2003.

COELHO, D. M. **Intervenção em grupo**: construindo rodas de conversa. Anais do XIV Encontro Nacional da Abrapso, Rio de Janeiro, 2007.

GOTUZZO, Filipi Gonçalves. **Diagnóstico sobre Educação Ambiental nas escolas municipais de Pelotas, Rio Grande do Sul**. 2011. 44f. Monografia (Conclusão de curso). Ciências Biológicas. Instituto de Biologia. Universidade Federal de Pelotas.

OLIVEIRA, Nilza Aparecida da Silva. **A percepção dos resíduos sólidos (lixo) de origem domiciliar, no Bairro Cajuru-Curitiba-PR**: um olhar reflexivo a partir da educação ambiental. Dissertação (Mestrado), 2006. 174 f. Disponível em: <http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/1884/4122/1/nilza.pdf/>. Acesso em: 1 janeiro 2018.

MEMÓRIA DE EVENTOS REALIZADOS – GEPEM/CCLM/IFS

3° Seminário de Pesquisa em Educação Matemática no dia 28 de novembro de 2010 do IFS, sob a coordenação geral do Prof. MSc. Laerte Fonseca.

2° Seminário de Pesquisa em Educação Matemática no dia 18 de junho de 2010 do IFS, sob a coordenação geral do Prof. MSc. Laerte Fonseca.

1ª Mostra de Educação Matemático – 02 de julho de 2009 o IFS (antigo CEFETSE), sob a coordenação geral do Prof. MSc. Laerte Fonseca.

1° Seminário de Pesquisa em Educação Matemática no dia 15 de julho de 2008 no CEFET-SE, sob a coordenação geral do Prof. MSc. Laerte Fonseca.

2ª Comemoração do dia Nacional da Matemática – 06 de maio de 2008 no CEFET-SE, sob a coordenação geral do Prof. MSc. Laerte Fonseca.

1ª Comemoração do Dia Nacional da Matemática – 06 de maio de 2007 no CEFET-SE, sob a coordenação geral do Prof. MSc. Laerte Fonseca

MEMÓRIA DAS EDIÇÕES ANTERIORES DE
"Caminhos da Educação Matemática em Revista/IMPRESSA"
GEPEM/CCLM/IFS

MEMÓRIA DAS EDIÇÕES ANTERIORES DE
"Caminhos da Educação Matemática em Revista/IMPRESSA"
GEPEM/CCLM/IFS

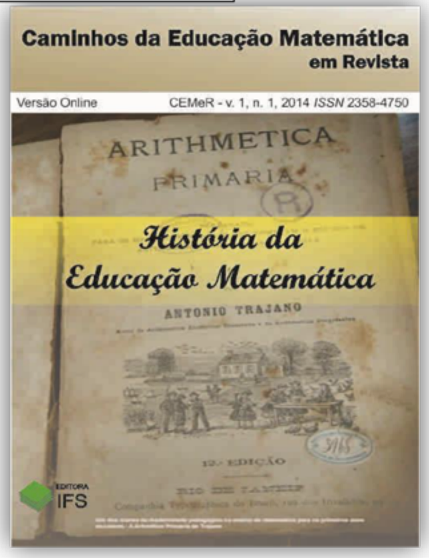
MEMÓRIA DAS EDIÇÕES ANTERIORES DE
"Caminhos da Educação Matemática em Revista/IMPRESSA"
GEPEM/CCLM/IFS

Ano XI, n. 1 (2018)

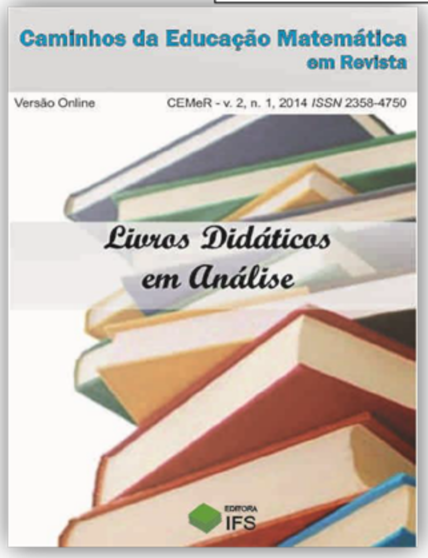
Ano XII, n. 1 (2019)

MEMÓRIA DAS EDIÇÕES ANTERIORES DE "Caminhos da Educação Matemática em Revista/ONLINE" GEPEM/CCLM/IFS

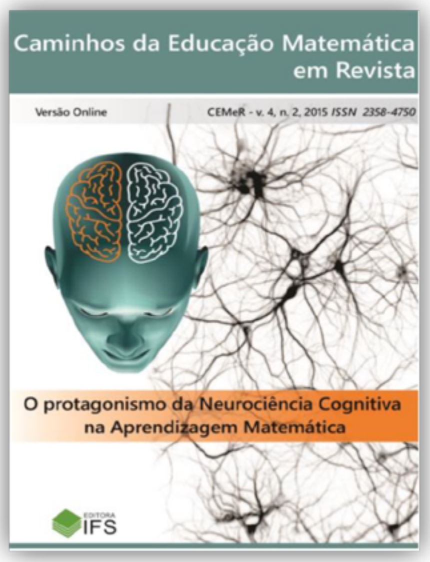
Ano I, v. 1, n. 1 (2014)



Ano I, v. 2, n. 1 (2014)



Ano II, v. 4, n. 1 (2015)



Ano II, v. 3, n. 1 (2015)

MEMÓRIA DAS EDIÇÕES ANTERIORES DE "Caminhos da Educação Matemática em Revista/ONLINE" GEPEM/CCLM/IFS

Ano III, v. 5, n. 1 (2016)

Ano III, v. 6, n. 1 (2016)

Ano IV, v. 7, n. 1 (2017)

Ano IV, v. 8, n. 1 (2017)

MEMÓRIA DAS EDIÇÕES ANTERIORES DE "Caminhos da Educação Matemática em Revista/ONLINE" GEPEM/CCLM/IFS

Ano V, v. 9, n. 1 (2018)

Ano VI, V. 9, n. 1 (2019)

Ano V, v. 10, n. 1 (2018)

Ano VI, V. 9, n. 2 (2019)

NORMAS PARA PUBLICAÇÃO

Os interessados em publicar artigos deverão enviar o material para o e-mail **gepem.revista@hotmail.com.** A data limite para o envio anual dos trabalhos será até o dia 31 de março de cada ano. Os temas devem se enquadra nas seguintes temáticas: Formação de professores de Matemática; Pesquisas em Educação Matemática; Ensino de Matemática na Educação Básica. O texto deverá conter um resumo em português com até 10 linhas e três palavras chaves. O nome do(a) autor(a) deverá ser acompanhado de dados sobre a instituição onde trabalha, titulação acadêmica, endereço eletrônico. Os textos para publicação deverão ser em formato Word, ter de 05 a 10 laudas, formato A4 (margens superior e esquerda 3 cm, direita e inferior 3cm), incluindo notas, colocadas no rodapé, espaço entre linhas 1,5 fonte 12, tipo arial. As citações deverão segui o padrão mais atualizado da ABNT. Todos os trabalhos serão apreciados pelo Conselho Editorial da Revista e submetidos a pareceristas ad hoc. O autor será informado por e-mail sobre a aprovação ou não de seus artigos. As referências deverão ser relacionadas no final do trabalho, conforme padronização NRB 6023. A revisão ortográfica e gramatical é de responsabilidade do autor. Os artigos que não atenderem de pronto aos critérios estabelecidos, não serão submetidos à avaliação.

Prof. Dr. Laerte Fonseca

GEPEM/CCLM/IFS

Editor e Coordenador Geral da Revista

INSTITUTO FEDERAL
Sergipe

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE

Reitoria

Avenida Jorge Amado, 1551 - Loteamento Garcia - Bairro Jardins

CEP.: 49025-330 - Aracaju/SE - CNPJ: 10.728.444/0001-00

TEL: 55 (79) 3711-1400

IFS

Grupo de Estudos Pesquisas em
Educação Matemática