

FORMAS OPERATÓRIA E PREDICATIVA DE CONHECIMENTOS SOBRE FUNÇÃO AFIM IDENTIFICADAS A PARTIR DO DIÁLOGO ENTRE ALUNOS VIDENTES E COM DEFICIÊNCIA VISUAL

Pricila Basilio Marçal Lorencini*, Clélia Maria Ignatius Nogueira**,
Veridiana Rezende***

Resumo

Apresentamos neste texto parte dos resultados de uma dissertação de mestrado realizada por uma das autoras, que teve como objetivo investigar como é realizada a descrição em língua natural (oral ou escrita) das representações gráficas e os procedimentos para a resolução de atividades envolvendo Função Afim, por alunos videntes e em diálogo com uma aluna com baixa visão grave. Para o desenvolvimento da pesquisa, organizamos e implementamos uma sequência de tarefas para uma turma de 22 alunos do Ensino Médio. A elaboração das tarefas foi baseada na Teoria dos Registros de Representação Semiótica, de Raymond Duval, especialmente no que se refere a articulação entre diferentes registros de representação semiótica. A análise dos dados foi fundamentada na Teoria dos Campos Conceituais, de Gérard Vergnaud, principalmente no que diz respeito às formas operatória e predicativa do conhecimento. As análises da pesquisa mostram que os diálogos entre as duplas de alunos explicitam a mobilização da forma operatória do conhecimento, ou seja, as duplas ainda encontraram-se no “saber fazer” apresentando dificuldades em descrever oralmente as representações gráficas. Os resultados desta pesquisa também apontam que as atividades inclusivas favorecem transformações nas relações aluno-aluno e aluno-professor oportunizando trocas de ideias, colaboração, ajuda mú-

* Mestre em Educação em Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná / UNIOESTE – Campus de Cascavel/Paraná. Professora da Secretaria Estadual de Educação do Paraná, Brasil. E-mail: pricila.lorencini@gmail.com

** Doutora pela Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho – UNESP/São Paulo. Docente do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática – PPGECEM da UNIOESTE/Paraná; docente do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática – PRPGEM da UNESPAR/Paraná, Brasil. E-mail: voclelia@gmail.com.

*** Doutora pela Universidade Estadual de Maringá – UEM/Paraná. Docente do Colegiado de Matemática da Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR - Campus de Campo Mourão/Paraná; docente vinculada aos Programas de Pós-Graduação em Educação Matemática (PRPGEM/UNESPAR) e em Educação em Ciências e Educação Matemática (PPGECEM/UNIOESTE), Brasil. E-mail: rezendeveridiana@gmail.com.

Recebido em: 29/09/2019 – Aceito em: 01/04/2020.

<https://doi.org/10.5335/rbecm.v3i2.10013>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

tua e o respeito às diferenças.

Palavras-chave: Educação Matemática Inclusiva. Deficiência Visual. Função Afim. Teoria dos Campos Conceituais.

Introdução

Este artigo apresenta parte dos resultados de uma pesquisa de mestrado, cujo objetivo geral foi *investigar as possibilidades inclusivas de uma sequência didática sobre Função Afim em que os procedimentos e representações gráficas são descritos em língua natural (oral ou escrita) por duplas de alunos*, de uma turma do 2º ano do Ensino Médio, de um colégio público do Estado do Paraná.

A intenção desta pesquisa surge a partir das dificuldades encontradas no trabalho docente, pela primeira autora deste artigo com uma aluna com baixa visão¹ grave, ao perceber fragilidades no livro didático de Matemática transcrito em braille², entre elas, a ausência das representações gráficas da Função construção poderiam favorecer a compreensão da aluna. Porém, como não haveria possibilidade de a professora individualizar o ensino para a aluna inclusa em detrimento dos demais, aventou-se a possibilidade de que a descrição fosse realizada pelos próprios colegas da turma. No entanto, era necessário identificar se a realização de tarefas em duplas, nas quais é solicitado aos alunos que descrevam em língua natural, na modalidade escrita ou oral, a representação gráfica de Função Afim, constituir-se-ia em momentos de aprendizagem para todos os alunos da turma. Dito de outra forma, a descrição na língua natural, além de material transcrito em braille, gráficos produzidos em relevo apresentava-se como uma possibilidade de aprendizagem para a aluna com baixa visão grave, porém, considerando a sala inclusiva, tanto a sequência didática, quanto a sua realização na forma dialógica também deveriam proporcionar uma situação de aprendizagem efetiva também para

1 Baixa visão progressiva e irreversível devido ao quadro de distrofia de cones e bastonetes, com Acuidade Visual: A/V: O/D 20/400 e O/E 20/400. Esta aluna apenas distingue vultos, a claridade e objetos a pouca distância, usando material adaptado em relevo e/ou em braille e equipamento de síntese de voz (Dos Vox) para leitura e escrita.

2 Usaremos o termo transcrito em braille, ao fazermos referência ao Código Nemeth (Código Braille Nemeth para a Matemática e Ciências) criado pelo matemático americano Abraham Nemeth e publicado em 1952. O Código Nemeth tem como objetivo padronizar a leitura de notação matemática e científica, usando os seis pontos do código Braille padrão. Atualmente, no Brasil, a transcrição dos textos matemáticos em braille seguem as Normas Técnicas para Produção de Textos em Braille e o Código Matemático Unificado para a Língua Portuguesa, do Ministério de Educação – MEC (2006). Usaremos a escrita braille conforme os documentos oficiais, tais como, leis, decretos e normas.

os alunos videntes. Esta hipótese se sustenta teoricamente em Vergnaud (1996) para quem a aprendizagem de um conceito é efetivada quando há uma imbricação entre o saber fazer (forma operatória do conhecimento) e o saber explicitar (forma predicativa do conhecimento). A estratégia metodológica adotada, a forma dialógica, pelo menos hipoteticamente poderia proporcionar a mobilização, simultânea entre essas duas formas do conhecimento.

Desta forma, esta pesquisa partiu do pressuposto que para haver inclusão é preciso se legitimar as diferenças, o que significa, segundo Nogueira (2006), reconhecer as necessidades específicas de cada aluno e, a partir delas, oferecer, por meio da adoção de currículos e práticas pedagógicas diferenciadas, a mesma educação para todos; e considerando que para haver a inclusão não é necessário o atendimento individualizado ao aluno com necessidades educacionais, mas que ao se buscar a superação das suas dificuldades, por meio de atividades coletivas, todos os alunos serão beneficiados independentemente de suas limitações, optou-se desenvolver uma pesquisa baseada no trabalho coletivo agrupando os alunos em duplas.

Durante a coleta de informações para a pesquisa, a turma que contava com 22 alunos, sendo dois deles com necessidades educacionais especiais (uma aluna com baixa visão grave e uma aluna com deficiência intelectual), foi organizada em duplas de alunos, de acordo com as suas afinidades, para que houvesse trocas de ideias, colaboração e ajuda mútua. Os alunos já estavam habituados em trabalhar em duplas, assim como em pequenos grupos, para a realização de tarefas, trabalhos e avaliações. As alunas especiais não tem o costume de ficarem na mesma dupla, normalmente os colegas mais próximos as convidam a formarem duplas. O círculo de amizade das duas alunas, dentro da sala de aula, é pequeno, em torno de três alunos. Em geral, os alunos da turma não demonstram não aceitação às alunas com necessidades especiais, ao contrário, eles colaboram com o silêncio para que a aluna com baixa visão possa ouvir as explicações dadas pelos professores e com a organização da sala para que ela possa se locomover com segurança quando necessário.

No que se refere à sequência didática, e para fundamentar o uso da língua natural, na forma escrita e/ou oral, na elaboração das tarefas propostas pela sequência didática utilizou-se a Teoria dos Registros de Representação Semiótica, de Raymond Duval, que destaca a importância de se oportunizar atividades que requerem as transformações entre os diferentes tipos de registros de representação semiótica,

tais como, registro gráfico, língua natural, registro simbólico (numérico e algébrico) e registro figural.

A sequência didática consiste de seis tarefas de elaboração original e/ou adaptadas de outras investigações ou de livros didáticos, considerando aspectos conceituais da Função Afim, em particular as ideias base (variável, dependência, correspondência, regularidade e generalização) e suas diferentes representações, com contribuições da Teoria dos Registros de Representação Semiótica no que se refere às transformações (tratamentos e conversões). As tarefas foram organizadas em três blocos, prevendo que para a realização de cada um deles seria necessária apenas uma hora/aula (50 minutos).

Como um dos objetivos específicos desta pesquisa foi *detectar como é realizada a descrição em língua natural (oral ou escrita) das representações gráficas e os procedimentos para a resolução de atividades envolvendo Função Afim*, todas as duplas foram orientadas a registrar, por escrito, as resoluções das tarefas, assim como gravar as suas conversas em áudio, por meio de aplicativo para celular³.

A opção pelo tema Função Afim, se deu, em função da investigação inicial se realizar no âmbito do GEPeDiMa: Grupo de Estudos e Pesquisas em Didática da Matemática⁴, do qual as três autoras participam e que no momento desenvolvem pesquisas com o intuito de mapear o Campo Conceitual das Funções, em particular da Função Afim.

Dentre os conceitos necessários para a construção do conceito de Função, segundo Nogueira (2014) são de fundamental importância aqueles que podem ser considerados suas ideias base, a saber, os conceitos de variável, de dependência, de regularidade e de generalização. Associada de maneira implícita à ideia de dependência está a de correspondência, de maneira que alguns autores a consideram também como ideia base. Assim, dentre os conhecimentos a serem identificados nos diálogos das duplas, foram considerados também a mobilização das ideias base.

Inicialmente, a pesquisa foi pensada para ser realizada em sala de aula, porém, durante a organização das duplas, percebeu-se que elas ficariam muito próximas umas das outras, interferindo na qualidade da gravação dos áudios, o que implicou na reorganização do espaço de disposição das duplas para que ocupassem outros ambientes do colégio (pátio, cantina, biblioteca, a própria sala de aula, corredores,

3 Cada dupla tinha pelo menos um celular ou *smartphone* com o aplicativo para gravação de voz, baixado com antecedência.

4 <http://prpgem.unespar.edu.br/gepedima>

mesinhas externas etc) desde que uma dupla não ficasse muito próxima à outra. Estes fatores acabaram reduzindo o tempo destinado para a resolução das tarefas (para aproximadamente 35 minutos em cada hora/aula), resultando em 8 horas/aulas para o desenvolvimento de toda a sequência didática pelas duplas de alunos. Destaca-se, todavia, que tal arranjo se deu apenas para melhorar a qualidade do áudio⁵, em relação aos ruídos externos, mas que não invalida o objetivo inclusivo da proposta, pois, em condições naturais de sala de aula, sem a necessidade de gravação, não há nenhum impedimento no que se refere à proximidade entre as duplas. Como as duplas estavam dispersas no espaço escolar (cantina, biblioteca, sala de aula, corredores, mesinhas externas etc.), a professora/pesquisadora passava por esses ambientes verificando o andamento das tarefas e realizava a intervenção quando uma dupla solicitava, buscando não interferir em suas discussões e estratégias. Mesmo quando a professora não estava junto às duplas, pelos áudios observa-se que há um bom entendimento e colaboração entre os alunos.

Cabe ressaltar que a sequência didática não visava apenas atender a aluna com baixa visão grave, mas também favorecer a aprendizagem dos demais alunos desta turma, pois, segundo a Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Raymond Duval, as tarefas que propiciam a transição entre os diferentes tipos de registros de representação semiótica são fundamentais para o desenvolvimento do conhecimento matemático.

Neste artigo, fazemos um recorte desta investigação, apresentando os resultados referentes ao objetivo específico da investigação realizada e já explicitado anteriormente, de detectar, por meio dos diálogos entre as duplas e dos respectivos registros escritos, as possibilidades inclusivas da sequência, constatando-se tanto os aspectos referentes às formas operatórias e predicativa do conhecimento dos educandos sobre Função Afim, bem como as ideias base mobilizadas pelos alunos durante a realização das tarefas.

Com a intenção de contextualizar a investigação, a seguir é apresentada uma síntese da fundamentação teórica, a saber, aspectos da Educação Matemática para alunos cegos, contribuições da teoria dos registros de representação semiótica para a elaboração da sequência didática e da teoria dos campos conceituais, que sustentou as análises.

5 pelo tempo de gravação contínua é possível observar que não houve cortes destes áudios.

Educação Matemática para alunos cegos

As especificidades da Educação Matemática para alunos cegos ou com baixa visão grave vão além do uso de “*recursos ópticos (óculos com lentes especiais, lupas, telescópios) [...] e não-ópticos (ampliação de fontes, softwares com magnificadores de telas, programas com síntese de voz etc)*” (SÁ et al, 2007, p.19-20), de recursos didáticos adaptados (em braille e/ou em relevo) e demandam metodologias que atendam suas necessidades para proporcionar o acesso a tudo o que a escola oferece, em equidade de condições com os demais alunos.

Em relação aos recursos didáticos, podemos dizer que os alunos cegos e com baixa visão, da rede pública de ensino do Estado do Paraná, não contam com recursos variados para serem usados durante as aulas de Matemática e até mesmo em outras disciplinas, sendo que os mais utilizados no cotidiano escolar são o Livro Didático⁶ transcrito em braille e o *notebook* equipado com o sistema DosVox⁷ (sistema de síntese de voz).

Sobre o uso do braille no ensino da Matemática, como por exemplo, para as informações apresentadas por meio de gráficos, tabelas e objetos tridimensionais, Mamcasz Viginheski et al (2014) apontam algumas limitações pois:

[...] ao contrário da leitura visual, que nos permite a leitura do todo, a leitura do sistema Braille é mais lenta, uma vez que, tatilmente, a pessoa cega necessita decodificar letra por letra para formar uma palavra; palavra por palavra até a frase e, muitas vezes, ao final, necessita retornar para entender o contexto. [...] Os gráficos e tabelas se constituem por meio de uma organização visual/espacial de dados; assim a pessoa cega pode apresentar dificuldades para esboçá-los se não for orientado pelo professor ou por colegas e se não fizer uso de materiais táteis adequados (MAMCASZ VIGINHESKI et al, 2014, p.908-909).

No entanto, isto não inviabiliza o uso das representações gráficas ou do registro figural para o ensino de Matemática para alunos cegos ou com baixa visão, porém, exige do professor metodologias que possam complementar as informações recebidas por meio do sistema háptico:

O sistema háptico é o tato ativo, constituído por componentes cutâneos e sinestésicos, através dos quais impressões, sensações e vibrações detectadas pelo indivíduo são interpretadas pelo cérebro e constituem fontes valiosas de informação. As retas, as curvas, o volume, a rugosida-

6 SOUZA, Joamir Roberto de; GARCIA, Jacqueline da Silva Ribeiro. #Contato matemática, 2º ano. São Paulo: FTD, 2016.

7 Sistema operacional desenvolvido pelo Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Possui um conjunto de ferramentas e aplicativos próprios além de agenda, chat e jogos interativos (SÁ et al, 2007, p. 33).

de, a textura, a densidade, as oscilações térmicas e dolorosas entre outras, são propriedades que geram sensações táteis e imagens mentais importantes para a comunicação, estética, a formação de conceitos e de representações mentais (SÁ *et al*, 2007, p.16).

Por outro lado, não se pode enfatizar o uso excessivo da oralidade acreditando que o aluno cego, por ter uma boa memória auditiva, consiga compreender uma grande quantidade de informações e conceitos matemáticos. Imagine a quantidade de números, símbolos e procedimentos que o aluno cego teria que memorizar para a resolução de um único exercício. O mesmo cuidado vale para o uso de sintetizadores de voz (o DosVox, por exemplo) que possibilita ao aluno o acesso às informações de um texto, porém, em relação à Matemática, apresenta algumas limitações, tais como, o reconhecimento de alguns símbolos e operações e que também dificultam o registro escrito realizado pelo aluno cego. Por isso, a diversificação de materiais é muito importante conforme atestam Mollossi *et al* (2016):

Uma forma de auxiliar os educandos cegos a adquirir conhecimentos matemáticos é trabalhar com atividades e materiais que utilizem outros sentidos além da visão, proporcionando assim as mesmas oportunidades de aprendizado para videntes e não videntes (MOLLOSSI *et al*, 2016, p. 287).

A nossa experiência mostra que cada aluno, independente de ser incluso ou não, tem suas especificidades quanto à aprendizagem matemática, ou seja, para um determinado aluno um tipo de recurso didático ou metodologia pode ser mais eficiente do que para o outro aluno, destacando-se, desta forma, a necessidade de se diversificar tanto os recursos didáticos quanto a metodologia, pois quanto mais o professor conhecer seu aluno e suas necessidades melhor a capacidade de ajudá-lo a superar suas dificuldades de aprendizagem.

Para o aluno cego ou com baixa visão, uma possibilidade de suprir as limitações do uso do material adaptado em braille, no ensino da Matemática, seria o uso da descrição oral, realizada pelo professor ou um colega de sala, de forma que as representações visuais (gráficos, tabelas, figuras geométricas etc) sejam apreendidas tanto por meio do sistema háptico quanto verbal, conforme aponta Reily (2004, p. 39) apud Viginheski; Frasson; Sani; Shimazaki (2014, p. 913),

Há maneiras de tornar a imagem acessível ao cego, que tem, como todos nós, o direito de ser público (e também produtor, por que não?) da cultura imagética. É preciso realizar uma conversão semiótica, de tal forma que o signo visual seja apreendido por via tátil-verbal. A palavra do outro descreve e significa, e a pessoa com cegueira então se apropria do sentido, trazendo suas experiências pessoais para a situação.

A seguir apresentamos algumas contribuições da Teoria dos Registros de Representação Semiótica para a elaboração da sequência didática.

A teoria dos registros de representação semiótica e a sequência didática

A Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) considera que a compreensão em Matemática ocorre por meio da articulação entre diferentes registros de representação semiótica diferenciando-a de outras teorias que buscam identificar a aprendizagem numa perspectiva geral. De acordo com Duval (2003, p. 16, grifo do autor),

A principal dificuldade na aprendizagem da matemática decorre do fato que se trata de conhecimentos que não se descobrem e nem se explicam como os outros conhecimentos de física, botânica, geologia, etc. Por quê? Duas observações permitem explicar o *caráter cognitivo e epistemológico específico da matemática*. Em primeiro lugar, não existe acesso perceptivo, direto ou instrumental (microscópio, telescópio, osciloscópio, espectroscópio, etc.) aos números, às funções, às relações geométricas, ou seja, aos objetos matemáticos. *Para termos acesso a esses objetos, precisamos de uma atividade de produção semiótica.*

Em sua teoria, Duval considera quatro tipos de registros de representação semiótica, são eles:

- língua natural – quando utilizada para esclarecer o processo cognitivo, podendo ser usada tanto na escrita quanto oralmente;
- simbólico (algébrico e numérico) – símbolos algébricos formalizados, ou seja, registros escritos de equações, expressões, funções, de propriedades das operações ou generalização de padrões aritméticos ou por meio do registro escrito de operações que envolvem apenas números;
- figural – figuras geométricas planas ou tridimensionais;
- gráfico – gráficos cartesianos.

Outros elementos importantes nesta teoria são as transformações que ocorrem nos registros durante o processo de aprendizagem, denominadas por Duval de *tratamento e conversão*.

Um tratamento é a transformação de uma representação obtida como dado inicial em uma representação considerada como terminal em relação a uma questão, a um problema ou a uma necessidade, os quais fornecem o critério de parada na série de transformações efetuadas. Um tratamento é uma transformação de representação interna a um registro de representação

ou a um sistema. [...] Converter é transformar a representação de um objeto, de uma situação ou de uma informação dada num registro em uma representação desse mesmo objeto, dessa mesma situação ou da mesma informação num outro registro. [...] A conversão é então uma transformação externa em relação ao registro da representação de partida (DUVAL, 2009, p. 56-59, grifos do autor).

Para exemplificar, apresentamos recortes da tarefa 1 (da sequência didática) aplicadas em sala de aula e algumas considerações sobre os objetivos esperados em relação aos possíveis tipos de representação semiótica usados pelos alunos durante as suas realizações, assim como as transformações do tipo tratamento e conversão.

Ao selecionarmos a tarefa 1 para ser aplicada para as duplas, tivemos como objetivo oportunizar tratamentos (na língua natural) e conversões (da língua natural para o registro simbólico e do registro gráfico para a língua natural), conforme detalhamos a seguir.

No item a (Figura 1), os dados foram apresentados de modo que fosse realizada a conversão da língua natural para o registro simbólico (numérico). Porém, dependendo do conhecimento que cada dupla tivesse sobre o uso do registro simbólico, haveria apenas o tratamento na própria língua natural.

Figura 1 - Item a da tarefa 1 (extraído de FORTES, 2011, p. 20-21).

Tarefa 1: Numa “Lan House” o cliente paga R\$ 3,00 por hora utilizada nos computadores. A máquina do caixa registra, via um programa, o valor a ser pago pelo cliente, que irá quitá-lo somente na saída do ambiente.

a) Sabendo o tempo, medido em horas, que o cliente permaneceu no computador, como vocês calculariam o valor a pagar?

No item b (Figura 2), esperava-se que as duplas, partindo dos dados do enunciado ou até mesmo da resposta dada no item a, conseguissem realizar a conversão da língua natural para o registro simbólico (algébrico).

Figura 2 - Item b da tarefa 1 (extraído de FORTES, 2011, p. 20-21).

b) Escrevam uma fórmula que represente o valor a ser pago (v) correspondente ao tempo (t) que o cliente permaneceu no computador, medido em horas.

No item c (Figura 3), ao apresentarem as justificativas para cada gráfico dado, as duplas realizariam a conversão do registro gráfico para a língua natural

Figura 3 - Item c da tarefa 1(extraído de FORTES, 2011, p. 20-21).

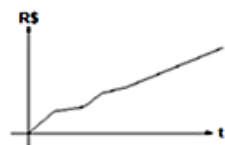
c) Analisem os gráficos abaixo: qual deles melhor representa o valor a ser pago em relação ao tempo que o cliente permanece no computador? Justifiquem a resposta em todos os gráficos.



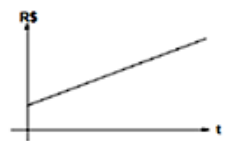
Justificativa:



Justificativa:



Justificativa:



Justificativa:

Para Duval (2011), o professor deve oportunizar aos alunos atividades que explorem os diferentes tipos de registros de representação semiótica e também suas transformações, pois o pesquisador considera que a mobilização de vários tipos de registros é fundamental para o desenvolvimento do conhecimento matemático.

A análise do funcionamento cognitivo do pensamento exigida pela matemática mostra [...] a necessidade de uma mobilização simultânea e coordenada de diversos tipos de registros para poder compreender. A atividade matemática real não se limita jamais à utilização de um único registro. Ela ultrapassa sempre as produções explícitas no registro em que efetuamos os tratamentos. [...] Essa mobilização pode ser feita explicitamente para a produção em paralelo com a representação de um segundo registro [...] mas, quase sempre, ela fica implícita (DUVAL, 2011, p. 116).

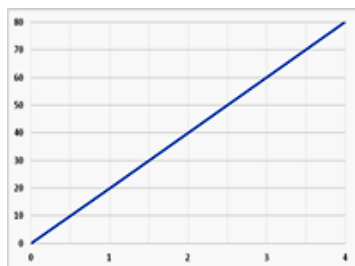
Sendo assim, buscamos na Teoria dos Registros de Representação Semiótica a fundamentação para que fossem oportunizadas diferentes situações aos alunos, considerando as transformações entre os registros de representação semiótica, prin-

principalmente, para a língua natural. Ou seja, a sequência didática elaborada para a presente pesquisa não visava apenas atender a aluna com baixa visão grave, mas também favorecer os demais alunos desta turma.

A seguir apresentamos a tarefa 4 (ver Figura 1), que foi aplicada aos alunos, de maneira a ilustrar como foi elaborada a sequência didática utilizada como instrumento de produção de dados da pesquisa e, também, por ser esta a atividade escolhida, para apresentar as análises realizadas neste artigo. Apresentamos também algumas considerações sobre os objetivos esperados em relação aos possíveis tipos de representação semiótica usados pelos alunos durante as suas realizações, assim como as transformações do tipo tratamento e conversão.

Figura 4 – Tarefa 4

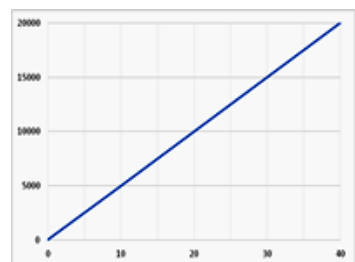
Tarefa 4: Relacionem cada gráfico à situação que melhor se adapta a ele.



SITUAÇÃO

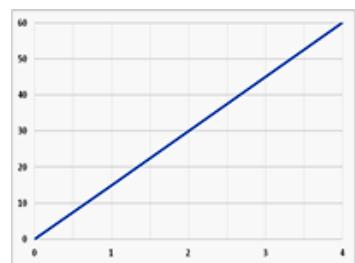
SITUAÇÕES:

A) O gráfico representa o volume de gasolina restante no tanque de um caminhão-tanque que está em função do número de minutos de descarga desta gasolina em um reservatório. Dada a capacidade total de armazenamento do caminhão de 20 000 litros de gasolina, e que ele descarrega 500 litros de gasolina por hora no reservatório.



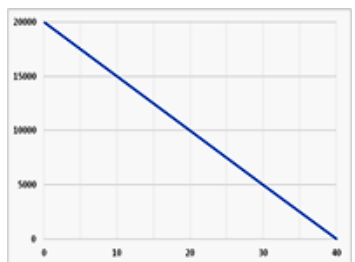
SITUAÇÃO

B) O gráfico representa o tempo necessário para se encher uma piscina em função da quantidade de litros de água por hora. Dada a capacidade total da piscina de 20 000 litros de água, e que ela enche 500 litros de água por hora



SITUAÇÃO

C) O gráfico representa a distância percorrida por um ciclista, em função das horas de treino. Dado que o ciclista percorre 15 km por hora.



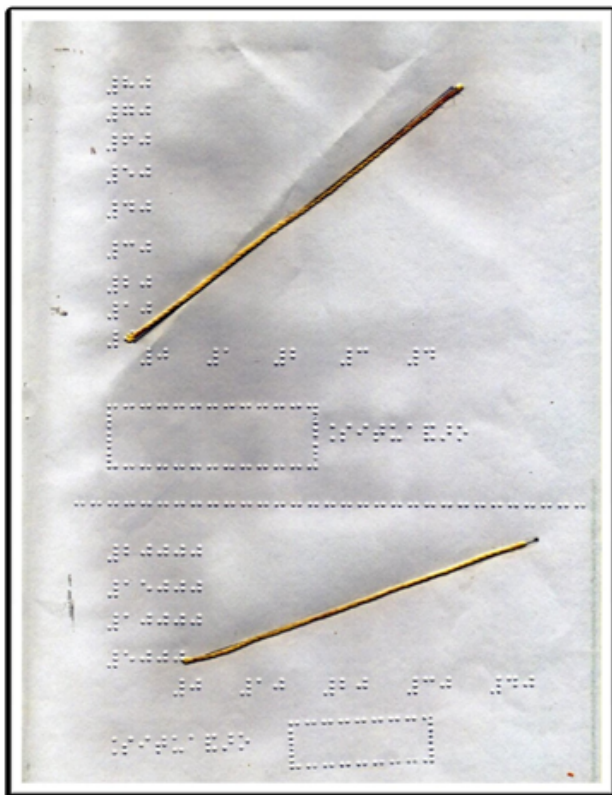
SITUAÇÃO

D) O gráfico representa a distância percorrida por um ciclista, em função das horas de treino. Dado que o ciclista percorre 20 km por hora.

Nesta atividade são dadas as representações gráficas de algumas situações descritas na língua natural, oportunizando a realização da conversão do registro gráfico para a língua natural, e vice-versa. Cada situação apresenta o seu gráfico correspondente. Aos alunos videntes a tarefa foi dada apenas impressa em tinta.

Para a dupla com a aluna com baixa visão grave foi providenciada também a tarefa transcrita em braille e adaptada em relevo com uso de barbante (ver Figura 5).

Figura 5 – Primeiro e segundo gráficos da Tarefa 4 (em braille e relevo)



A seguir, apresentamos alguns aspectos sobre a teoria dos Campos Conceituais que deram respaldo para as análises realizadas nesta pesquisa.

Contribuições da teoria dos campos conceituais

A Teoria dos Campos Conceituais – TCC é uma teoria cognitivista desenvolvida por Gérard Vergnaud, um dos fundadores da Didática da Matemática na França, e fundamenta-se em quatro ideias principais:

a- Um conceito adquire sentido em função da multiplicidade de problemas aos quais responde. b- Os conceitos não funcionam isoladamente, mas sim vinculados uns aos outros, numa ampla e complexa rede. c- A aprendizagem de todas as propriedades e relações que envolvem tais conceitos acontecem por meio de uma longa história, entrelaçada por uma série de filiações e rupturas. d- Através das ideias anteriores, se pode definir um critério pragmático do conhecimento, aonde um conceito não remete apenas à sua definição explícita, mas, basicamente, à sua possibilidade de funcionar na resolução de problemas (VERGNAUD, 2017, p. 17).

Para Vergnaud (2009), aprender é construir conhecimentos. Conhecimento é adaptação e se origina da interação entre esquemas e situações, sendo considerado como esquema todo o saber fazer, ou seja, a forma de organização das atividades ou as sequências de ações usadas para resolver determinados problemas; e situações são as tarefas diferenciadas e desafiadoras, sejam por meio de problemas, atividades, jogos etc. Sendo assim, Vergnaud defende que é necessário oportunizar aos alunos variadas situações e em graus de complexidades também variadas, pois *“[...] o conhecimento conceitual emerge a partir da resolução de situações de caráter teórico ou prático; e um indivíduo não forma um conceito a partir da resolução de um único problema, nem tampouco de problemas similares”* (VERGNAUD apud GITIRANA et al, 2014, p.9).

De acordo com essa teoria, é necessário que se oportunize aos alunos situações de aprendizagem, principalmente por meio de situações-problema, que explorem mais as capacidades cognitivas dos estudantes e não atividades de mera reprodução de procedimentos. Sobre a aprendizagem em Matemática, Vergnaud dá muita importância à reflexão dos sujeitos, pois acredita que é nas suas competências que os conceitos se manifestam implicitamente. Neste sentido, o desenvolvimento das competências está tanto no saber fazer (forma operatória do conhecimento) como no saber dizer ou explicitar (forma predicativa do conhecimento). Este confronto entre o saber fazer e o dizer é importante do ponto de vista da aprendizagem, pois, segundo Vergnaud (1996, p.13), *“[...] um dos problemas do ensino é desenvolver ao mesmo tempo a forma operatória do conhecimento, isto é, o saber-fazer, e a forma predicativa do conhecimento, isto é, saber explicitar os objetos e suas propriedades”*. Neste sentido, é preciso considerar duas ferramentas essenciais para descrever e analisar os avanços dos alunos durante o processo de aprendizagem: a competência e a concepção.

A competência pode ser entendida como uma forma operatória do conhecimento que permite ao sujeito agir e atingir determinado objetivo, ser bem sucedido, em uma dada situação (SAR-MUÇAY; VERGNAUD, 2000). [...] as concepções evoluem a medida que os alunos enfrentam novas situações [...], podem ser entendidas como combinações de esquemas (GITIRANA *et al.*, 2014, p.16-17).

O conceito de esquema também é um dos mais importantes na teoria de Vergnaud e tem origem na ideia desenvolvida por Jean Piaget para esse constructo teórico, mas na TCC tem um caráter particular, isto é, diz respeito à forma como o aluno organiza seus conhecimentos para lidar com uma dada situação.

Segundo Vergnaud (1993), é por meio das situações que um conceito adquire sentido para as crianças. Ao realizar as tarefas, o aluno pode buscar em seu repertório as classes de situações de que ele já dispõe, ou seja, utilizar as competências que ele já domina ou, por não dispor de uma classe de situações para realizar a tarefa proposta, fazer o uso da reflexão, exploração, hesitações, tentativas frustradas que o levarão ao sucesso ou ao fracasso. No primeiro caso, os comportamentos são automatizados, portanto, organizados por um só esquema. No segundo, há o acionamento de vários esquemas e eles devem ser acomodados, descombinados e recombinaos até encontrar a solução desejada. Neste processo são realizadas as descobertas.

Na presente pesquisa, a teoria dos Campos Conceituais foi essencial principalmente para as análises dos diálogos estabelecidos entre os alunos, sujeitos da pesquisa, pois, a partir das discussões das atividades realizadas em duplas, buscou-se na análise dos dados identificar a forma predicativa do conhecimento (saber dizer ou explicar), tendo como base a teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud. Este procedimento foi adotado, pois o objetivo geral da investigação original foi analisar as possibilidades inclusivas da sequência didática aplicada de forma dialógica, ou seja, havia necessidade de comprovar a aprendizagem de todos os alunos e não somente de estudantes cegos ou com baixa visão grave. Neste sentido, a identificação das formas operatória e predicativa do conhecimento ocorrendo de forma simultânea, conforme recomendado por Vergnaud (1996) explicitado anteriormente.

Na seção seguinte são apresentados recortes de algumas destas discussões referentes à tarefa 4.

Metodologia e resultados

Para o desenvolvimento da pesquisa, foi elaborada uma sequência didática composta por seis tarefas, envolvendo diferentes tipos de registros de representações semiótica relacionados ao conceito de Função Afim, assim como, algumas de suas transformações (tratamentos e conversões). Os tratamentos esperados foram em relação ao registro simbólico (principalmente, numérico) e as conversões esperadas foram da língua natural para o registro simbólico (numérico e algébrico), do registro simbólico (algébrico) para a língua natural e do registro gráfico para a língua natural, que é o exemplo apresentado neste artigo. A sequência didática foi aplicada às duplas⁸ de alunos de uma turma do 2º ano do Ensino Médio, na qual estuda uma aluna com baixa visão grave e uma com deficiência intelectual⁹, no período de 10/10/2018 a 07/11/2018, durante as aulas de Matemática, totalizando 8 aulas, por uma das autoras deste texto, que era professora da turma no momento de realização da investigação, de maneira que a aplicação da sequência didática ocorreu em horário normal das aulas.

Para a aluna com baixa visão grave, foi providenciada a transcrição em braille¹⁰ e em relevo (ver Figura 5) de todas as atividades propostas para que ela pudesse acompanhar devidamente as tarefas, assim como os demais alunos videntes da turma, no entanto, estes receberam apenas as tarefas impressas em tinta.

Além do registro escrito, foram realizadas gravações de áudio e, no caso específico da dupla com a aluna com baixa visão grave, foi utilizada também a gravação em vídeo¹¹ das falas dos alunos durante a realização das atividades que foram utilizados como fonte de dados para as análises¹².

A partir das discussões das atividades realizadas em duplas, buscou-se na análise dos dados identificar a forma predicativa do conhecimento (saber dizer ou explicar) e a mobilização das ideias base de função, tendo como sustentação a teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud. Para isto, foram ouvidos os áudios

8 A formação das duplas foi realizada pelos próprios alunos de acordo com suas afinidades.

9 Vale destacar que a aluna com deficiência intelectual também realizou as tarefas da sequência didática, em dupla, juntamente com os demais alunos. Desta forma, suas especificidades foram atendidas com o trabalho coletivo e com o ajuste do tempo para a realização das tarefas.

10 A transcrição para o braille foi realizada pela APADEVI - Associação dos Pais e Amigos dos Deficientes Visuais.

11 Para as gravações de áudio e vídeo foram utilizados equipamentos (celular e câmera filmadora) da própria professora.

12 Todos os alunos receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que foram assinados pelos seus responsáveis para autorização da participação na pesquisa e também do uso de imagem e som de voz.

de todas as duplas, buscando identificar em suas falas elementos comuns ou casos específicos que precisavam de análises mais aprofundadas.

Destes áudios foram selecionados os referentes a três duplas para análise: a dupla 1 formada por duas alunas, sendo uma delas vidente (A1)¹³ e uma com visão grave (B1)¹⁴ que foi considerada parâmetro para as análises; a dupla 2 foi composta por duas alunas videntes (A2 e B2) e representavam a resposta que mais se aproximava do resultado apontado pela maioria das outras duplas, sendo, por isso, escolhida para representar o coletivo e a dupla 3 foi formada por dois alunos videntes (A3 e B3) que, durante a realização das tarefas deste bloco, apontaram algumas estratégias e respostas que precisaram de análise mais detalhada. Cabe destacar que a aluna A1 não está habituada em realizar as tarefas com a B1 porque, normalmente, em sala de aula, tanto na disciplina de Matemática quanto em outras áreas, há outra aluna vidente que tem maior afinidade e sempre se dispõe a realizar as tarefas com ela. No entanto, no início da aplicação da sequência didática, esta aluna não estava presente e por esse motivo as alunas A1 e B1 resolveram formar um dupla para o desenvolvimento das atividades. As análises são apresentadas em forma de recortes das discussões, com a transcrição das falas dos alunos. A partir destas falas, foram identificadas as formas operatórias e/ou predicativas do conhecimento, da Teoria dos Campos Conceituais e as ideias base da Função Afim mobilizadas, pela dupla de alunos, durante a realização das tarefas propostas.

A seguir, apresentamos os recortes das discussões referentes à tarefa 4, apresentada na seção anterior, manifestadas pelas três duplas.

Em relação à Dupla 1, é importante destacar que, nesta atividade, com o objetivo era identificar o potencial da língua natural, a professora pediu que a aluna A1 fizesse a descrição oral destas representações gráficas, sem o uso do material adaptado em relevo e em braille, para a aluna B1. Por isso, no início desta atividade não foi utilizado o material adaptado.

Dupla 1

A aluna A1 lê o enunciado e a situação (A).

13 A aluna A1 apresenta ótimo desempenho, realiza as atividades propostas, participa da aula com questionamentos, é solidária com os colegas ajudando-os. Porém, como apresenta alguns problemas de saúde é um pouco faltosa.

14 A aluna é introvertida e lacônica, isto é, fala pouco como conforme é observado nas transcrições.

A aluna desenha o gráfico com o dedo da aluna B1 explicando... (No início da atividade as alunas desenhavam com as mãos juntas, ver Figura 1).

A1: O eixo y (risca a carteira com o dedo uma linha na vertical) e o eixo x (risca a carteira com o dedo uma linha na horizontal)... aí sobe é o primeiro gráfico (risca a carteira com o dedo uma linha na diagonal conforme a figura).

A professora pede que a aluna A1 dê mais informações para a aluna B1. A aluna A1 apenas diz:

A1: Tem os números 0, 1, 2, 3 e 4 no eixo x e tem os números do 0 ao 80 no eixo y. O segundo gráfico é... eixo y (risca a carteira com o dedo uma linha na vertical) e o eixo x (risca a carteira com o dedo uma linha na horizontal)... sobe (risca a carteira com o dedo uma linha na diagonal conforme a figura) ... aqui é o zero que vai até o 40 pra cá (indicando com o dedo da aluna B1)...aqui é zero no eixo y que vai até 20 000 (indicando com o dedo da aluna B1). Agora o outro gráfico...aqui o eixo y (risca a carteira com o dedo uma linha na vertical) o outro aqui (risca a carteira com o dedo uma linha na horizontal), começa com 0 aqui e vai até o 4 aqui (indicando com o dedo da aluna B1)...aqui vai do zero e sobe até o 60 (indicando com o dedo da aluna B1)... então o gráfico faz assim (risca a carteira com o dedo uma linha na diagonal conforme a figura). E o último gráfico... eixo y (risca a carteira com o dedo uma linha na vertical) e o eixo x (risca a carteira com o dedo uma linha na horizontal)... do zero ao 40 (indicando com o dedo da aluna B1) e no eixo y vai do zero ao 20 000 (indicando com o dedo da aluna B1) mas o gráfico está descendo (risca a carteira com o dedo uma linha na diagonal conforme a figura).

A professora pergunta como seria o gráfico da situação dada.

A1: Descendo...

P: Você concorda aluna B1?

B1: Concorde...

P: Por quê?

A1: Porque está descarregando... está esvaziando.

P: Então qual opção vocês tem?

A1: A última...

P: É esta opção aluna B1?

B1: É. A1: a aluna A lê a situação (B)... agora está enchendo... então vai subir... como só tem dois gráficos com valor 20 000... um gráfico já foi usado...só sobra um.

P: De que jeito é este gráfico que sobrou? Explica para a aluna B1... só fala... não precisa indicar com o dedo.

A1: No eixo y está do zero a 20 000, no eixo x do zero a 40 e o gráfico está subindo... em linha reta.

P: Você acha que é este gráfico?

A1: Acho...

P: Então desenha com o dedo sobre a carteira pra gente ter certeza que é do mesmo jeito que vocês estão falando.

B1: Subindo... (A aluna risca a carteira com o seu próprio dedo uma linha na diagonal).

P: É este desenho mesmo aluna A1?

A1: Sim.

A aluna A1 lê a situação (C).

A1: Sobraram 2 gráficos... um está do zero até o 4 no eixo x e no eixo y do zero ao 80 e a reta está subindo...e os pontos se encontram no 4 e no 80.

P: Só no 4 e no 80?

A1: Só para ficar mais fácil...

P: De que jeito seria o gráfico que a aluna A1 te explicou? Desenha para nós vermos.

B1: Subindo ... (risca a carteira com o dedo uma linha na diagonal).

P: Aluna A explica agora o outro gráfico.

A1: No eixo x está do 0 ao 4 mas o eixo y vai do 0 ao 60...e a reta continua subindo.

P: O que mudou de um gráfico para o outro?

A1: Os números... só os números do eixo y...aqui 30 km vai dar 2 horas.

P: Explica para a aluna B1 como você encontrou esse valor.

A1: Eu fiz 15×2 ...porque aqui diz que ele andou 15 km por hora então vai dar 30 km.

A professora pede para a aluna A1 mostrar para a aluna B1 no gráfico em relevo do material impresso em braille. Como não havia notação em tinta no material a professora ajuda a aluna A1 a mostrar os valores no gráfico.

Apesar de sobrar uma situação e um gráfico, a professora pede para que as alunas continuem analisando para verificar se está correto.

A aluna A1 lê a situação (D)

A1: Faz a mesma coisa do outro...

A professora ajuda a aluna B1 a localizar no gráfico o valor correspondente a duas horas de treino do ciclista.

B1: 40...

A dupla 1 consegue relacionar corretamente cada gráfico às situações dadas não apresentando nenhuma dificuldade neste tipo de tarefa o que pode indicar a *forma operatória do conhecimento*. No entanto, em relação ao processo de descrição oral de uma representação gráfica, esta atividade mostra que é preciso muita atenção de quem faz a descrição para não omitir dados que sejam importantes para o aluno com baixa visão. Por exemplo, ao descrever o primeiro gráfico, a aluna A1, segurando a mão da aluna com baixa visão grave (ver Figura 1) apenas diz “o eixo y (risca a carteira com o dedo uma linha na vertical) e o eixo x (risca a carteira com o dedo uma linha na horizontal)... *ai sobe é o primeiro gráfico* (risca a carteira com o dedo uma linha na diagonal conforme a figura)”. A aluna A1 representa os eixos na carteira, mesmo sabendo que a aluna B1 não está enxergando. É como se fizesse essa “representação” para si mesmo, para reforçar sua informação. Com apenas estas informações, praticamente a descrição de três gráficos seriam iguais: a do primeiro, do segundo e do terceiro, pois eles são representados por retas crescentes.

Mesmo com a interferência da professora pedindo para que a aluna A1 fornecesse mais informações sobre o gráfico, a aluna A1 apenas diz os valores indicados em cada eixo. Somente nos casos das situações (C) e (D), em que os dados são muito parecidos, a aluna A1 tenta mostrar que a reta passa por algum ponto, por exemplo, “os pontos se encontram no 4 e no 80”. Ou seja, que o ciclista percorreria em 4 horas o equivalente a 80 km. Questionada pela professora se seria apenas esta coordenada, a aluna alega que “seria mais fácil” apenas indicar um ponto. Como a análise de cada gráfico não exigia a observação ponto a ponto, mesmo omitindo as demais coordenadas, não houve interferência no resultado final da tarefa proposta.

Acredita-se que esta dificuldade não está no ato, em si, de conduzir o dedo da aluna com baixa visão grave sobre o relevo ou desenhar sobre a carteira. Mas, como apontado por Vergnaud, em explicitar um conhecimento, ou seja, explicar para a colega (forma predicativa do conhecimento) aquilo que ela considerava importante para a compreensão do registro gráfico e que seria necessário para a resolução das tarefas. Pois,

As formas predicativas do conhecimento são mais analíticas do que as formas operatórias dos conhecimentos que utilizamos na ação, mesmo se, paradoxalmente são essas últimas que são a fonte das primeiras. Entretanto, os experts mais experimentados não são capazes de colocar em palavras uma boa parte dos conhecimentos que eles utilizam na ação e que são justamente significativas de suas expertises. Da mesma forma as crianças não são capazes de explicitar todos os conhecimentos que contribuem com a organização racional de sua atividade (VERGNAUD, 2009, p.31).

Assim como Vergnaud, Duval (2014, p. 26) aponta o saber explicitar como um desafio ao trabalho docente: “O seu desafio é fazer com que os alunos expressem, com suas palavras, as observações matematicamente úteis [...]”. Além disso, ele afirma que “entre a escrita e o oral, a diferença não está somente no modo de produção; ela está igualmente em nível de explicitação e de precisão exigida (DUVAL, 2014, p.27).

Desta forma, enfatiza-se a importância de o professor oportunizar tarefas que requerem também o uso da língua natural (oral ou escrita) como, por exemplo, descrever uma representação gráfica, uma imagem, um procedimento etc.

Figura 1 – Aluna A1 desenhando o gráfico para a aluna B1



As análises desta pesquisa mostram que para que a descrição oral de uma representação gráfica seja realizada de maneira condizente ao registro gráfico requer do aluno (que irá realizar a descrição) a forma predicativa do conhecimento estabelecida. Ou seja, o aluno só irá descrever oralmente aquilo que ele acredita ser mais importante, não necessariamente todos os elementos que o registro gráfico contém, o que poderá interferir na maneira como o aluno com baixa visão entenderá sobre

o que está sendo descrito. No final da tarefa, a professora pediu para a aluna A1 explicar o gráfico da situação (C) utilizando o material adaptado em relevo e em braille, porém como não havia notação em tinta dos dados apresentados a aluna A1 pede ajuda da professora. Isso indica que, apesar da atividade ter sido realizada em dupla, é preciso que o material adaptado tenha notação em tinta para que, na dúvida do aluno com baixa visão, o aluno vidente possa auxiliá-lo na leitura dos dados apresentados.

Apesar de a dupla 1 também representar as respostas do coletivo, é apresentada a seguir as análises de mais uma dupla que obteve bons resultados por manifestarem outras ideias mobilizadas durante a realização da atividade.

Dupla 2

A aluna A2 lê o enunciado e a situação (A) para a aluna B2.

A2: Já não entendi mais nada...(silêncio por alguns segundos)... é decrescente...

A aluna A2 lê novamente a situação (A).

A2: Esses daqui eu acho que não é nenhum... vai ser este daqui... ó 20 000...

B2: Acaba no 40.

A aluna A2 vai lendo novamente a situação (A).

A2: Este daqui também é 20 000... aqui também é...

B2: Tô em dúvida... e a linha chega até o último...não dá para saber não.

A aluna A2 começa a ler a situação (C).

A2: Então ele percorreu 30 quilômetros...em duas horas...aqui vai dar no 40...e aqui o 2 dá no 30...esse daqui é o C... ó 30 quilômetros em duas horas...

B2: Uhum... sabia...

A aluna B2 lê a situação (D).

A2: Então é aquele lá... este aqui...porque duas horas... 20 quilômetros, uma hora... 40 quilômetros, duas horas.

B2: É... falta qual? A (B) e a (A).

A2: 500 litros por hora...capacidade da piscina...agora estou entendendo o sentido disso aqui...tem uma calculadora?... 10 vezes 500... 5000 mil né...é isso aqui ó... porque 10 horas vezes 500 litros por hora... 5000...então é a (B).

B2: Uhum...

A aluna A2 lê novamente a situação (A).

A2: Ele descarrega 500 litros por hora no reservatório...10 horas ele vai ter menos 5000 litros... é está certo...

B2: É só isso?

A2: É.

A dupla 2, assim como a dupla 1, consegue relacionar corretamente cada gráfico às situações dadas apesar de apresentar um pouco de dificuldade de interpretação no início da tarefa. Como as alunas percebem que os gráficos são parecidos, ou seja, que os valores assinalados nos eixos são iguais, elas analisam os pontos em que as retas passam por eles utilizando os dados apresentados nas situações. Esta dupla apresenta a ideia base de correspondência e de regularidade como se pode verificar na fala da aluna A2 “20 quilômetros, uma hora... 40 quilômetros, duas horas”. E, assim como a dupla 1, também demonstram *indícios da forma operatória do conhecimento já que realizaram a tarefa com êxito.*

Em relação à tarefa 4, apenas duas, dentre as 11 duplas, não relacionaram corretamente cada gráfico às situações dadas. Como suas respostas se distanciaram da ideia do coletivo, foi escolhida aleatoriamente apenas uma (dupla 3) para apresentar suas discussões a seguir.

Dupla 3

O aluno A3 lê o enunciado e a situação (A).

A3: Eu acho que vai ser este gráfico aqui... porque tá muito na cara que vai ser ele...

B3: É? Por que?

A3: Porque tem 20000 e 5000...

B3: É?

A3: Não... não é 5000... é 5000 sim... tem outro que tem 20000 e 5000 vai ver é o único que sobe...

A3: Lê a situação (D).

A3: Hum...interessante...20 km por hora... em 4 horas... 20...40...vai ser o primeiro porque cada... vai subindo de dois em dois...ó... do zero pro 1 é 20 km...do 1 pro 2 é 20 km que vai do 20 até o 40...do 2 pro 3 é 20 km que vai do 40 pro 60 e assim vai...então vai ser o primeiro.

A3: Lê a situação (C)... vai ser o do meio... vai ter a mesma explicação do outro... vai de dois...espera aí...não... vai de 15 em 15...E a (B) como nós sabemos todos estão marcados com suas devidas letras...porém sem opção a última será a (B).

As discussões da dupla 3 mostram que não há reflexão sobre os dados apresentados na tarefa, pois os alunos A3 e B3 apenas buscam semelhanças entre os valores numéricos indicados nos eixos com os que constam na atividade. Nota-se também que eles não seguem a leitura das situações ordenadamente, o que não interfere nos resultados, porém indica mais uma vez que apenas buscam semelhanças entre os valores dados nas situações e as que são apresentadas nas representações gráficas. Ao verificar que as situações (C) e (D) apresentavam dados parecidos, o aluno A3 passa a analisar os valores a partir das horas de treino e a quantidade de quilômetros rodados pelos ciclistas. Ao analisar estes dados, o aluno A3 percebe que *“vai subindo de dois em dois...ó... do zero pro 1 é 20 km...do 1 pro 2 é 20 km que vai do 20 até o 40...do 2 pro 3 é 20 km que vai do 40 pro 60 e assim vai...”* indicando as ideias base de regularidade e correspondência. A dupla poderia ter analisado as demais representações gráficas desta mesma forma (ponto a ponto). No entanto, fica evidente a falta de atenção dos alunos durante a realização das atividades a partir das conversas fora de contexto, desviando-os do foco das tarefas (que foram omitidas nas transcrições por questões éticas para preservar a particularidade dos participantes), uma vez que bastava ler novamente as situações (A) e (B) para perceberem que para a situação (A), por se referir a um caminhão descarregando combustível tratava-se de uma reta decrescente e a (B), que representava o enchimento da piscina, uma reta crescente, porém, a dupla 3 não percebe este dado, registrando equivocadamente a resposta. Apesar de não relacionarem corretamente todos os gráficos às situações dadas, a dupla 3 demonstra saber analisar os dados propostos, o que indica a mobilização da *forma operatória do conhecimento*.

Como esta pesquisa iniciou-se a partir das dificuldades encontradas no trabalho docente, pela primeira autora deste artigo, apresentarmos algumas considerações da pesquisa em relação à professora. A primeira ação realizada pela professora, ao receber a aluna com baixa visão grave, foi conhecer o material que a aluna teria para ser usado em sala de aula, no caso, o Livro Didático transcrito em braille e o notebook equipado com o sistema DosVox. Em relação ao livro transcrito em

braille, cabe destacar que ele não contém nenhuma anotação em tinta¹⁵, tornando-o incompreensível para um vidente sem conhecimento em braille, como era o caso da docente. Inicialmente, ela acreditava que o livro transcrito em braille seria igual ao seu correspondente na versão em tinta, mas no decorrer das aulas percebeu que ele apresentava algumas fragilidades (entre elas, a ausência de representações gráficas) levando-a a buscar ajuda de uma equipe de um centro de atendimento às pessoas com deficiência visual. Visto que seria inviável recorrer a esta equipe por um longo período de tempo, a professora opta em aprender o básico sobre o braille buscando site¹⁶ e aplicativo¹⁷ que pudessem auxiliá-la neste processo.

Diferente dos cegos, o vidente aprende o braille usando a visão como um sistema de sinais que representam letras, números etc. Desta forma, a professora conseguia ajudar a aluna durante as aulas, principalmente em relação à localização de determinados exercícios em seu livro didático transcrito em braille e adaptar algum material em relevo com antecedência.

Durante as aulas, a professora buscava oferecer o mesmo atendimento para a aluna com baixa visão grave e para os demais alunos videntes, tanto em relação ao material (adaptado em relevo ou arquivo para ser utilizado com o sintetizador de voz DosVox), quanto às explicações (coletiva ou individualmente). No entanto, devido ao número de alunos da turma, os atendimentos individuais usados para sanar as dúvidas dos alunos videntes e atender as especificidades da aluna com baixa visão grave, sem trazer prejuízo a nenhum deles, eram reduzidos, levando a professora a optar por metodologias que favoreciam o trabalho coletivo (em duplas ou pequenos grupos formados pelos próprios alunos).

A aluna com baixa visão também realizava as tarefas, em sala, com uma colega, mas quando se tratava da descrição oral das representações gráficas ou outro tipo de imagem/figura, na maioria das vezes, a professora era requisitada. Após realizarmos esta pesquisa, verificamos que os alunos podem fazer a descrição oral das representações gráficas com menos intervenções da professora, que além de atender uma especificidade da aluna com deficiência visual oportuniza os alunos videntes a mobilizarem a forma predicativa do conhecimento (o saber explicitar), beneficiando todos os alunos.

15 Na versão utilizada por esta aluna da rede pública de ensino do Estado do Paraná.

16 <http://www.braillevirtual.fe.usp.br/pt/index.html>

17 https://play.google.com/store/apps/details?id=com.lukeneedham.brailletutor&hl=pt_BR

Considerações

Além das análises das discussões, para alcançar ao objetivo específico *Detectar como é realizada a descrição em língua natural (oral ou escrita) das representações gráficas e os procedimentos para a resolução de atividades envolvendo Função Afim*, foi realizada uma entrevista semiestruturada com a aluna com baixa visão que apontou que ela tem preferência tanto pelo uso de material em relevo, quanto receber ajuda de algum colega ou professor para entender melhor os gráficos de funções, no lugar do material em braille.

Pelas análises das discussões (tanto em áudio quanto em vídeo) percebe-se que a transcrição oral das representações gráficas realizada por um colega de sala contribuiu para a interpretação e compreensão das tarefas pela aluna com baixa visão grave. Esta ajuda é confirmada pela própria aluna por meio da entrevista semiestruturada. No entanto, é importante destacar que em alguns momentos somente a descrição oral realizada por um aluno não é suficiente, uma vez que o colega deveria perceber antecipadamente a necessidade de relatar todas as particularidades de cada gráfico. Ou seja, o aluno que realiza a descrição da representação gráfica deveria apresentar simultaneamente as *formas operatórias* (construir uma representação gráfica da Função Afim, a partir da sua representação algébrica, por exemplo) e *predicativas do conhecimento* (descrever o comportamento do gráfico detalhadamente, como por exemplo, seu posicionamento em relação aos eixos, se a reta intercepta em um ponto específico) relacionadas aos registros gráficos para poder identificar quais elementos são importantes de serem relatados ao aluno com baixa visão grave.

Desta forma, acredita-se que a descrição oral das representações gráficas, realizada pela colega de dupla, tenha contribuído para o bom entendimento das atividades propostas. Ou seja, a ausência da visão foi minimizada usando-se os outros sentidos, como o tato (material impresso em braille) e a audição (descrição oral), auxiliando a aluna com baixa visão grave para a compreensão das atividades matemáticas.

Considerando-se toda a investigação, a pesquisa realizada mostrou que a maioria dos alunos, desta turma de 2º ano do Ensino Médio, ainda não tem o conceito de Função Afim estabelecido, pois predominantemente mobilizaram, durante a resolução da sequência didática, os indícios das *formas operatórias e predicativas do conhecimento*. As ideias bases, da Função Afim, mobilizadas com maior frequência

foram: *dependência, regularidade, variável, correspondência*, embora no exemplo apresentado neste artigo o destaque seja para as ideias base de *regularidade e correspondência*. A ideia base de generalização não foi mobilizada, mesmo em tarefas em que era solicitada¹⁸ explicitamente a forma geral da função, indicando que, mesmo os alunos estarem no segundo ano do Ensino Médio, o conceito de Função Afim, ainda não se encontra consolidado e, assim, ainda há necessidade de o professor retomar e aprofundar este conceito. Quanto à metodologia, a saber a realização de tarefas em duplas de maneira dialógica, ela recebeu boa aceitação por parte dos participantes, que, nas respostas do questionário proposto, afirmaram que o trabalho em duplas além de favorecer as trocas de ideias, permitindo uma compreensão melhor do tema, promove o respeito às diferenças.

Acredita-se que para ocorrer efetivamente a inclusão dentro do ambiente escolar seja necessário, primeiramente, conhecer e aceitar as diferenças, considerando tanto as limitações quanto as potencialidades de cada aluno. E, a partir destes aspectos, oportunizar atividades inclusivas que beneficiem todos os alunos. Receber uma aluna com deficiência visual despertou reflexões na professora sobre mudanças no seu modo de atuar pedagogicamente, desde o planejamento da aula, a seleção dos recursos e materiais didáticos disponíveis, a metodologia para melhor atender as especificidades da aluna, a avaliação da aprendizagem e, até mesmo, a avaliação do seu trabalho docente. O professor deve se preparar buscando novos conhecimentos para promover um ambiente que respeite as diferenças e que oportunize aprendizagem para todos, por isso a necessidade de novas pesquisas na área da Educação Matemática Inclusiva. Afinal, a inclusão de alunos com necessidades especiais favorece transformações no ambiente escolar, nas relações aluno-aluno, aluno-professor e, na concepção que o professor tem sobre o processo de ensino e aprendizagem. É preciso mudar a ideia de “limitação” e passar a explorar as potencialidades dos alunos, sejam com deficiência ou não, por meio de atividades inclusivas.

OPERATING AND PREDICTIVE FORMS OF KNOWLEDGE ABOUT LINEAR FUNCTION IDENTIFIED FROM THE DIALOGUE BETWEEN SIGHTED AND VISUALLY IMPAIRED STUDENTS

Abstract

In the following text is presented part of the results of a master's dissertation made by one of the authors, that aimed to investigate how the description in natural language (oral or written) of the graphic representation and the procedures for the resolution of activities involving Linear Function is performed, by sighted students and a student with severe low vision in a dialogue. To develop the research, it's organized and implemented a sequence of tasks for a 22 high school students' class. The tasks were elaborated based on Raymond Duval's Theory of Semiotic Representation Records, especially regarding the articulation between different semiotic representation records. The analysis of data was founded on Gérard Vergnaud's Theory of Conceptual Fields, mainly in respect to the operative and predicative forms of knowledge. The research analyzes shows that the dialogues between pairs of students explain the mobilization of the operative form of knowledge, that is, the pair still found themselves in the "know how", presenting difficulties in describing orally the graphic representations. The results of this research point out, also, that inclusive activities favor transformations in student-student and student- teacher relationships, enabling the exchange of ideas, collaboration, mutual aid and respect of differences.

Keywords: Inclusive Mathematical Education. Visual impairment. Linear Function. Conceptual Field Theory.

Referências

- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular** – Ensino Médio. Brasília, DF, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/04/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site.pdf. Acesso em: 27 jun. 2018.
- DUVAL, Raymond. In: CAMPOS, Tânia Maria Mendonça (org.); DIAS, Marlene Alves (trad.). **Ver e ensinar Matemática de outra forma**, entrar no modo matemático de pensar: os registros de representações semióticas. São Paulo: Editora PROEM, 2011.
- DUVAL, Raymond. In: DE FREITAS, José Luiz Magalhães; REZENDE, Veridiana. Entrevista: Raymond Duval e a teoria dos registros de representação semiótica. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, v. 2, n.3, p.10-34, jul./dez. 2013.
- DUVAL, Raymond. In: FERNANDES, Levy Lênio; SILVEIRA Marisa Rosâni Abreu da (trad.). **Semiósio e pensamento humano**: registros semióticos e aprendizagens intelectuais. São Paulo: Livraria da Física, 2009.
- GITIRANA, Verônica; CAMPOS, Tânia Maria Mendonça; MAGINA, Sandra Maria Pinto; SPINILLO, Alina Galvão. **Repensando multiplicação e divisão**: contribuições da teoria dos campos conceituais. São Paulo: PROEM, 2014.

MOLLOSI, Lui Fellippe da Silva Bellincantta; MENESTRINA, Tatiana Comiotto; MANDLER, Marnei Luis. Dificuldades em aprender matemática: Análise de entrevistas com discentes com deficiência visual. In: SIMPÓSIO EDUCAÇÃO MATEMÁTICA EM DEBATE – SIMPEMAD, 1, 2014, Joinville. **Anais** [...]. Joinville: UDESC, 2014, p. 280-293. Disponível em: <http://www.revistas.udesc.br/index.php/matematica/article/view/4688>. Acesso em: 24 mar 2019.

NOGUEIRA, Clélia Maria Ignatius. Construindo o Conceito de Funções. In: Ramos, A.S.; Rejani, F.C. **Teoria e Prática de Funções**. Maringá: Unicesumar, p. 121, 2014.

NOGUEIRA, Clélia Maria Ignatius. Escola inclusiva ou bilíngue na educação de surdos: o ensino de Matemática em questão. In: ALMEIDA, Maria Amélia; MENDES, Enicéia Gonçalves. (Orgs). **Educação Especial e seus diferentes recortes**. Marília: ABPEE, 2006.

SÁ, Elizabet Dias de; CAMPOS, Izilda Maria de; SILVA, Myriam Beatriz Campolina. Atendimento educacional especializado: deficiência visual. Brasília, DF: MEC, SEESP, 2007.

VERGNAUD, Gérard. A trama dos campos conceituais na construção dos conhecimentos. **Revista do GEEMPA**, Porto Alegre, n. 4, p. 9-19, 1996.

VERGNAUD, Gérard. In: BITTAR, Marilena; MUNIZ, Cristiano Alberto (org.). **A aprendizagem Matemática na perspectiva da Teoria dos Campos Conceituais**. Curitiba: Editora CRV, 2009.

VERGNAUD, Gérard. In: GROSSI, Esther Pillar (org.). *Piaget e Vygotski em Gérard Vergnaud: Teoria dos Campos Conceituais TCC*. Porto Alegre. GEEMPA, 2017.

VERGNAUD, Gérard. In: NASSER, L. Teoria dos Campos Conceituais. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 1, 1993, Rio de Janeiro. **Anais** [...]. Rio de Janeiro: UFRJ Projeto Fundação, Instituto de Matemática, 1993. p. 1-26.

VIGINHESKI, Lúcia Virginia Mamcasz; FRASSON, Antonio Carlos; SILVA, Sani de Carvalho Rutz da; SHIMAZAKI, Elsa Midori. O Sistema Braille e o ensino de Matemática para pessoas cegas. **Ciência & Educação** [online], Bauru, v. 20, n. 4, p. 903-916. out./dez. 2014. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=251032706009>. Acesso em: 24 mar. 2019.