

<http://dx.doi.org/10.23925/1983-3156.2024v26i1p283-312>

Ensino de álgebra para deficientes visuais: contribuições das situações desencadeadoras de aprendizagem

Teaching algebra to visually impaired students: contributions from triggering learning situations

Enseñanza de álgebra para personas con discapacidad visual: contribuciones de las situaciones desencadenantes de aprendizaje

Enseignement de l'algèbre pour les déficients visuels: contributions des situations déclenchantes d'apprentissage

Natalia Mota Oliveira ¹

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Licenciatura em Matemática

<https://orcid.org/0000-0001-6821-4273>

Maria Lucia Panossian ²

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Doutorado em Educação Matemática

<https://orcid.org/0000-0001-5847-4485>

Resumo

Considerando-se a necessidade de aliar teoria e prática no planejamento de situações de ensino para estudantes deficientes visuais, esta pesquisa adotou os pressupostos da Teoria Histórico-Cultural e da Teoria da Atividade e fundamentou-se na Atividade Orientadora de Ensino. Foram elaboradas situações desencadeadoras de aprendizagem de conhecimentos algébricos e analisaram-se intervenções realizadas com um estudante de 7º e outro do 8º ano, ambos deficientes visuais e frequentando a sala de recursos multifuncionais de uma escola pública da rede estadual. O objetivo deste artigo é reconhecer a apropriação de conhecimentos algébricos por deficientes visuais a partir de situações desencadeadoras de aprendizagem. Para tal, organizaram-se os dados em dois isolados: manifestações dos nexos conceituais e manifestações do pensamento e da linguagem. Estes dois isolados permitem compreender o fenômeno “apropriação dos conhecimentos algébricos” a partir das situações apresentadas aos estudantes. Ao fim do estudo, destaca-se que as situações elaboradas permitiram mediação simbólica e instrumental, possibilitando a apropriação dos nexos conceituais da álgebra

¹ nat.mota.oliveira@gmail.com

² mlpanossian@utfpr.edu.br

(variação, campo de variação e fluência) e de alguns conteúdos escolares selecionados (reconhecimento de incógnitas, dependência de variáveis e operações com monômios e polinômios). Cabe ressaltar que as situações desencadeadoras propostas alcançaram estes resultados a partir de um processo de organização do ensino que considerou as condições para a acessibilidade dos estudantes atendidos.

Palavras-chave: Ensino de álgebra, Deficiência visual, Teoria histórico-cultural, Atividade orientadora de ensino, Situações desencadeadoras de aprendizagem.

Abstract

Considering the need to combine theory and practice in planning teaching situations for visually impaired students, this research adopted the assumptions of the Historical-Cultural Theory and the Activity Theory, and was based on the Teaching Guiding Activity. Learning triggering situations for algebraic knowledge were developed, and interventions carried out with a 7th-grade student and another from 8th grade, both visually impaired and attending the multifunctional resource room of a public school in the state network, were analyzed. The aim of this article is to recognize the appropriation of algebraic knowledge by visually impaired students from learning triggering situations. To this end, the data were organized into two categories: manifestations of conceptual nexuses and manifestations of thought and language. These two categories allow understanding the phenomenon of "appropriation of algebraic knowledge" from the situations presented to the students. At the end of the study, it is highlighted that the elaborated situations allowed symbolic and instrumental mediation, enabling the appropriation of the conceptual nexuses of algebra (variation, variation field, and fluency) and of some selected school contents (recognition of unknowns, dependency of variables, and operations with monomials and polynomials). It should be noted that the proposed triggering situations achieved these results through a teaching organization process that considered the conditions for accessibility of the students served.

Keywords: Algebra teaching, Visual impairment, Historical-cultural theory, Teaching guiding activity, Learning triggering situations.

Resumem

Considerando la necesidad de combinar teoría y práctica en la planificación de situaciones de enseñanza para estudiantes con discapacidad visual, esta investigación adoptó los supuestos de la Teoría Histórico-Cultural y de la Teoría de la Actividad, y se basó en la Actividad Orientadora de Enseñanza. Se desarrollaron situaciones desencadenantes del aprendizaje de

conocimientos algebraicos y se analizaron intervenciones realizadas con un estudiante de 7° grado y otro de 8° grado, ambos con discapacidad visual y asistiendo al aula de recursos multifuncionales de una escuela pública de la red estatal. El objetivo de este artículo es reconocer la apropiación de conocimientos algebraicos por parte de personas con discapacidad visual a partir de situaciones desencadenantes de aprendizaje. Para ello, se organizaron los datos en dos categorías: manifestaciones de nexos conceptuales y manifestaciones del pensamiento y del lenguaje. Estas dos categorías permiten comprender el fenómeno de "apropiación de los conocimientos algebraicos" a partir de las situaciones presentadas a los estudiantes. Al final del estudio, se destaca que las situaciones elaboradas permitieron la mediación simbólica e instrumental, posibilitando la apropiación de los nexos conceptuales del álgebra (variación, campo de variación y fluidez) y de algunos contenidos escolares seleccionados (reconocimiento de incógnitas, dependencia de variables y operaciones con monomios y polinomios). Cabe resaltar que las situaciones desencadenantes propuestas lograron estos resultados a través de un proceso de organización de la enseñanza que consideró las condiciones para la accesibilidad de los estudiantes atendidos.

Palabras clave: Enseñanza de álgebra, Discapacidad visual, Teoría histórico-cultural, Actividad orientadora de enseñanza, Situaciones desencadenantes de aprendizaje.

Résumé

Considérant la nécessité de combiner théorie et pratique dans la planification des situations d'enseignement pour les étudiants déficients visuels, cette recherche a adopté les postulats de la Théorie Historico-Culturelle et de la Théorie de l'Activité, et s'est fondée sur l'Activité Orientatrice d'Enseignement. Des situations déclenchantes d'apprentissage des connaissances algébriques ont été élaborées, et des interventions réalisées avec un élève de 7e année et un autre de 8e année, tous deux déficients visuels et fréquentant la salle de ressources multifonctionnelles d'une école publique du réseau d'État, ont été analysées. L'objectif de cet article est de reconnaître l'appropriation des connaissances algébriques par les déficients visuels à partir de situations déclenchantes d'apprentissage. Pour cela, les données ont été organisées en deux catégories : manifestations des liens conceptuels et manifestations de la pensée et du langage. Ces deux catégories permettent de comprendre le phénomène "d'appropriation des connaissances algébriques" à partir des situations présentées aux élèves. À la fin de l'étude, il est souligné que les situations élaborées ont permis une médiation symbolique et instrumentale, permettant l'appropriation des liens conceptuels de l'algèbre (variation, champ de variation et fluidité) et de certains contenus scolaires sélectionnés (reconnaissance des inconnues,

dépendance des variables et opérations avec les monômes et polynômes). Il convient de noter que les situations déclenchantes proposées ont atteint ces résultats grâce à un processus d'organisation de l'enseignement qui a pris en compte les conditions d'accessibilité des élèves servis.

Mots-clés : Enseignement de l'algèbre, Déficience visuelle, Théorie historico-culturelle. Activité ordnatrice d'enseignement, Situations déclenchantes d'apprentissage.

Ensino de álgebra para deficientes visuais: contribuições das situações desencadeadoras de aprendizagem

Desde a promulgação da Constituição Federal Brasileira (Brasil, 1988) e da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Brasil, 1996), a inclusão vem progressivamente permeando as discussões sobre o direito de acesso à educação, tornando-se pauta nas escolas e na formação de professores. Todavia, é imprescindível atenção com a organização metodológica das aulas, que não se deve resumir à produção de materiais diferenciados aos estudantes incluídos. Planejar as possibilidades de interação e discussão entre os alunos é parte do processo de inclusão escolar.

Desta forma, considerando a necessidade de articular teoria e prática na inclusão de deficientes visuais e pautando-se na organização do ensino a partir dos pressupostos da Atividade Orientadora de Ensino, nesta pesquisa, buscamos analisar como situações desencadeadoras de aprendizagem auxiliam na apropriação de conhecimentos algébricos para estudantes deficientes visuais.

Esta pesquisa baseou-se em trabalhos que evidenciam contribuições das situações desencadeadoras de aprendizagem no ensino de álgebra em turmas regulares sem alunos de inclusão (Panossian, 2008; Alves, 2016; Cedro, 2004) e nas investigações de Lucion (2015), que mostraram contribuições desta forma de organização do ensino de matemática para inclusão nos anos iniciais do ensino fundamental.

Considerando o objetivo de pesquisa, criamos situações de ensino de álgebra envolvendo conteúdos como variáveis, campo de variação, reconhecimento de incógnitas, dependência de variáveis e operações com monômios e polinômios. Estas situações foram desenvolvidas com dois estudantes com deficiência visual, um no 7º e outro no 8º ano. A análise foi realizada através de isolados (Caraça, 1951), isto é, com recortes da totalidade de um fenômeno, buscando entender as relações de interdependência e movimento do fenômeno estudado:

Na impossibilidade de abraçar, num único golpe, a totalidade do Universo, o observador recorta, destaca, dessa totalidade um conjunto de sêres e factos, abstraindo de todos os outros que com eles estão relacionados. A um tal conjunto daremos o nome de isolado; um isolado é, portanto, uma secção da realidade, nela recortada arbitrariamente. (CARAÇA, 1989, p. 112).

Esta pesquisa apresenta o estudo do fenômeno de apropriação de conceitos algébricos por estudantes deficientes visuais a partir das situações desencadeadoras de aprendizagem propostas. Assim, consideramos necessário discutir: aspectos referentes à inclusão, o processo de organização do ensino com situações desencadeadoras de aprendizagem, as situações elaboradas e os resultados das intervenções com os estudantes.

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. (CAAE: 12565419.0.0000.5547, número do parecer: 3.392.138).

A inclusão na educação

As discussões sobre educação inclusiva vêm se intensificando mundialmente desde a década de 90, sendo a “Declaração Mundial de Educação para Todos” (Unesco, 1998) aprovada em Jontien, Tailândia (5 a 9 de março de 1990), um grande marco deste movimento.

Do artigo 3º deste documento, destacamos os seguintes itens:

1. A educação básica deve ser proporcionada a todas as crianças, jovens e adultos. Para tanto, é necessário universalizá-la e melhorar sua qualidade, bem como tomar medidas efetivas para reduzir as desigualdades. [...]

5. As necessidades básicas de aprendizagem das pessoas portadoras de deficiências requerem atenção especial. É preciso tomar medidas que garantam a igualdade de acesso à educação aos portadores de todo e qualquer tipo de deficiência, como parte integrante do sistema educativo. (Unesco, 1990, p. 4).

Entretanto, o direito de acesso universal à educação foi instituído pelo artigo 6º da Constituição brasileira, cerca de uma década antes, e reforçado como dever do Estado em outros trechos:

Art. 23. É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios:

[...] V - proporcionar os meios de acesso à cultura, à educação, à ciência, à tecnologia, à pesquisa e à inovação; (Brasil, 1988).

Para garantir o direito à educação a pessoas com deficiência, já existia a educação especial, modalidade de ensino definida como:

[...] uma proposta pedagógica que assegure recursos e serviços educacionais especiais, organizados institucionalmente para apoiar, complementar, suplementar e, em alguns casos, substituir os serviços educacionais comuns, de modo a garantir a educação escolar e promover o desenvolvimento das potencialidades dos educandos que apresentam necessidades educacionais especiais, em todas as etapas e modalidades da educação básica. (Brasil, 2001, p. 1).

É importante ressaltar que o modelo da educação especial é previsto apenas em casos em que não é possível a inclusão em salas de aulas regulares. Outros documentos legais expressam a mesma ideia, como a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) cujo artigo 58 afirma que o ensino deve ser ofertado “preferencialmente na rede regular de ensino” (Brasil, 1996). A Política Nacional de Educação Especial, promulgada em 2020, reforça esta orientação:

Não é demais ressaltar que, como está bem claro na LDB, o atendimento educacional deve ser preferencialmente na escola regular inclusiva – o que não significa exclusivamente lá. O adjetivo “regular”, conforme consta na LDB, é sinônimo de “comum” ou “convencional”, em contraste com “especial” ou “especializada”. (Brasil, 2020, p. 19)

Contudo, considerar classes com estudantes com e sem deficiência trabalhando coletivamente e tendo suas necessidades atendidas é uma ideia recente na história da educação (Pacheco & Alves, 2007).

Pacheco e Alves (2007), ao analisar como as pessoas com deficiências foram tratadas ao longo da história, indicam que estes indivíduos não tiveram suas capacidades reconhecidas até o século XIX. Segundo os autores, na Antiguidade, cada cultura tinha uma postura frente às pessoas com deficiência, indo de total exclusão até um aspecto protecionista, mas não inclusivo. Com a ascensão do cristianismo na Idade Média, o aspecto assistencialista ganhou força, onde

mesmo com o aumento da atenção aos deficientes e a contínua criação de hospitais, estes ainda não demonstravam um caráter humanitário e de equidade social. Afinal, ao nosso ver, estes hospitais revelavam-se depositários de pessoas não sendo valoradas socialmente e que eram apenas atendidas em suas necessidades orgânicas, sem uma atenção ao aspecto psico-social do ser humano. (Pacheco; Alves, 2007, p. 243).

Foi no período da Primeira Revolução Industrial que, segundo Pacheco e Alves (2007), a necessidade de mão-de-obra fez com que o potencial produtivo das pessoas com deficiência

passasse a ser valorizado: “Desta forma, a partir da segunda metade do século XIX, houve uma grande preocupação com o potencial para o trabalho da pessoa com deficiência, o que contribuiu com a criação de várias organizações até hoje existentes com esta finalidade” (Pacheco; Alves, 2007, p. 244).

O paradigma de integrar as pessoas deficientes possibilitando acesso à educação e a atividades de trabalho, mas segregando-as do convívio social, perdurou por quase um século. Ao longo do século XIX, com a nova demanda de mão-de-obra devido às duas grandes guerras, o paradigma de integração se fortaleceu, baseando-se na ideia de reabilitação, sobretudo para pessoas com deficiência física (Pacheco; Alves, 2007). Resumidamente, “a integração pode ser entendida como o processo pelo qual a pessoa com deficiência se adapta ao ambiente social vigente, o que difere do de inclusão, que ocorre quando a sociedade se prepara para receber esta pessoa”. (Kaleff et al., 2013, p. 208).

Por pressões exteriores, o Brasil começou a incluir pessoas com deficiência nas políticas educacionais na segunda metade do século XX (Pacheco & Alves, 2007). Nesta época, começou-se a discutir as possibilidades de inclusão social e desenvolvimento psicossocial desses indivíduos. Apesar disso, o paradigma da inclusão ganhou força apenas a partir da década de 1990 e ainda enfrenta diversas barreiras.

Uma destas barreiras é o fato de que a inclusão social é um movimento bilateral: sociedade e indivíduo mobilizam-se para que as mudanças ocorram:

Esta autora [Bartalotti] coloca que o respeito à diversidade e à diferença, não é a negação destas e das necessidades especiais da pessoa com deficiência. Assim, para que haja verdadeiramente o respeito à pessoa com deficiência, é necessário que a sociedade ofereça possibilidades de desenvolvimento, sendo a participação da sociedade um processo que deve ocorrer simultaneamente aos programas de reabilitação e esforços da pessoa deficiente. (Pacheco & Alves, 2007, p. 245-246).

Para garantir estes direitos (de desenvolvimento, participação social e diversidade) às pessoas com deficiência, é necessário que se garanta a acessibilidade, isto é, que todos, com ou sem deficiência, possam fazer uso, com segurança e autonomia, de todos os espaços, mobiliários, transporte, meios de comunicação, sistemas e tecnologias, serviços e instalações abertos ao público (Brasil, 2015).

Por outro lado, para se garantir a acessibilidade, é necessário analisar e eliminar as barreiras existentes, ou seja, qualquer obstáculo ou atitude que impeça a participação social da pessoa e a acessibilidade (Brasil, 2015). Uma forma de superar isto é criar produtos com a

concepção de desenho universal: produtos/espços que possam ser utilizados por pessoas com ou sem deficiência, sem necessidade de adaptações específicas (Brasil, 2015).

O desenho universal abarca, portanto, o ambiente (sala de aula), os materiais (didáticos) e a metodologia de ensino do professor, pois é direito das pessoas com necessidades educacionais específicas, segundo o artigo 59 da LDB, “currículos, métodos, técnicas, recursos educativos e organização específicos, para atender às suas necessidades” (Brasil, 1996). Tais modificações e reformulações são responsabilidades dos professores e sistemas de ensino (Brasil, 1996). É importante ressaltar que a inclusão não está apenas nas grandes mudanças estruturais, mas que

Pequenas modificações na organização da sala de aula e da própria aula, já trazem diferença significativa ao estudante cego, como por exemplo, a disposição das mesas e cadeiras, ao invés de organizar os estudantes em fileiras, como comumente é feito, pode-se organizá-los em pequenos grupos, criando assim maior interação, de modo a proporcionar aos estudantes o contato com diferentes perspectivas de aprendizado, permitindo que haja maior socialização, onde um auxilie o outro. (Dias, 2018, p. 23).

Para tal reorganização no planejamento de suas aulas, o professor deve conhecer as necessidades dos estudantes, no caso deste estudo, relacionadas à deficiência visual. O Decreto de Lei nº. 5.396 (Brasil, 2004) considera pessoas com deficiência visual aquelas que:

- i. Possuem cegueira, quando a acuidade visual é igual ou inferior a 0,05 no melhor olho com a melhor correção óptica e;
- ii. Possuem baixa visão, quando a acuidade visual está entre 0,05 e 0,3 no melhor olho também com melhor correção óptica.

A acuidade visual é a aptidão do olho para distinguir contornos, formas e detalhes. Assim, uma pessoa cega que tem acuidade visual igual ou inferior a 0,05 (1/20) vê a 1 metro ou menos de distância o que um vidente total veria a 20 metros de distância, chegando aos casos de cegueira total em que não se vê nem vulto do objeto.

Assim, para incluir um estudante com deficiência visual, o primeiro passo é saber o quanto ele enxerga e quais instrumentos utiliza em sua vida (braile, sorobã, recursos digitais etc.). Para isto, o docente poderá contar com o apoio, no caso da deficiência visual, das salas de recursos:

As salas de recursos específicas e as salas de recursos multifuncionais são espaços organizados nas escolas de educação básica, centros de atendimento educacional especializado ou nas instituições conveniadas, com profissionais qualificados, materiais didático-pedagógicos próprios e em formatos acessíveis, equipamentos e recursos de tecnologia assistiva. (Brasil, 2020, p. 76).

Tais salas de recursos podem ser específicas, voltadas a uma única deficiência, ou multifuncionais, atendendo “educandos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades ou superdotação”. (Brasil, 2020, p. 76).

Desta forma, o processo de inclusão é tanto social quanto educacional, e a articulação entre professores da sala regular e da sala de recursos é essencial. Para quebrar o paradigma da integração, deve-se ofertar oportunidades reais de inclusão, respeitando o tempo e necessidade de cada estudante. Neste processo, os professores especialistas e os materiais das salas de recursos tornam-se importantes aliados no processo de desenvolvimento da criança e adolescente com deficiência (Dias, 2018). Contudo, para que isso ocorra, ambos professores precisam trabalhar cooperativamente:

A atuação do professor [especialista], então, não se restringe ao atendimento realizado dentro da sala de recursos, é bastante abrangente, pois envolve interação com toda a comunidade escolar, ou seja, a inclusão do aluno implica na inclusão do professor da sala de recursos na escola. O trabalho flui quando há um entrosamento entre os atores envolvidos no processo. (Hilsdorf, 2014, p. 24).

Esta ampla atuação do professor especialista da sala de recursos permite investigar aspectos que o professor regular não consegue alcançar, como os relativos à convivência familiar do educando. Desta forma, o planejamento de ensino dos estudantes deve ser feito conjuntamente, considerando suas necessidades tanto psicossociais quanto decorrentes da deficiência e sua apropriação do conteúdo específico.

Planejar, em sentido amplo, é um processo que visa dar respostas a um problema, através do estabelecimento de fins e meios que apontem para a sua superação, para atingir objetivos antes previstos, pensando e prevendo necessariamente o futuro, mas sem desconsiderar as condições do presente e as experiências do passado, levando-se em conta os contextos e os pressupostos filosófico, cultural, econômico e político de quem planeja e de com quem se planeja. (Padilha, 2001, p. 63).

A partir disso, cada professor pode repensar suas estratégias de ensino e os recursos que utilizará em sala, processo que, neste trabalho, considerou os princípios da Atividade Orientadora de Ensino.

Atividade Orientadora de Ensino

Neste estudo, considera-se como base teórico-metodológica a Atividade Orientadora de Ensino (Moura et al., 2016). Nesta perspectiva, professor e estudantes são sujeitos em atividade (Leontiev, 1986), portanto, constituem-se como indivíduos que realizam ações e

operações a partir de suas condições, valores e afetividade, o que lhes permite atingir objetivos pessoais ou coletivos (Moura et al., 2016).

Reconhecendo que o objetivo do professor é orientar a apropriação de conhecimentos científicos a partir de formas teóricas de pensamento, compreende-se o professor como sujeito em atividade de ensino (Moura et al., 2016). Como tal, ele organiza o conteúdo e suas ações em sala buscando que seus estudantes estejam em atividade de aprendizagem. Para despertar a necessidade de aprender, o professor pode organizar suas ações em sala a partir de uma situação desencadeadora de aprendizagem, isto é, uma situação de ensino criada considerando os elementos do processo psíquico da atividade, uma vez que:

Na AOE, as necessidades, os motivos, os objetivos, as ações e as operações do professor e dos estudantes se mobilizam inicialmente por meio da situação desencadeadora de aprendizagem. Esta é organizada pelo professor tomando-se por base os seus objetivos de ensino que, como dissemos, se traduzem em conteúdos a serem apropriados pelos estudantes no espaço de aprendizagem. (Moura *et al.*, 2016, p. 188)

A situação desencadeadora de aprendizagem enquanto ação central da Atividade Orientadora de Ensino pode se apresentar como jogos, histórias virtuais do conceito ou situações emergentes do cotidiano (Moura & Lanner de Moura, 1998). Algumas características essenciais são comuns a todas elas: considera-se o movimento dialético histórico-lógico do conhecimento a ser ensinado (Moura et al., 2016); coloca-se um problema desencadeador (Moura, 2006) e objetiva-se o desenvolvimento de formas teóricas de pensamento a partir do conhecimento apropriado com a situação (Moura et al., 2016).

Não queremos dizer que é necessário se refazer a história e sim que é necessário dar o significado social para que os sujeitos se apropriem do conhecimento de forma a atribuir sentido pessoal. E fazer isto é estar em sintonia com as necessidades dele como indivíduo e como sujeito que vive em um tempo e lugar. [...] Combinar as razões para aprender matemática para o sujeito com as necessidades do desenvolvimento social deve ser o grande motivo da existência da escola. (Moura, 2006, p. 405).

As situações desencadeadoras de aprendizagem são potencialmente interessantes, mas seus resultados em sala dependem das formas de mediação organizadas pelo professor. Com base em Vygotsky (1997), compreendemos mediação como a intervenção de um elemento (signo ou instrumento) em uma relação que antes era direta. A relação entre o estudante e um problema pode ser direta quando apenas apresenta-se a problemática à criança. Por outro lado, esta relação entre o estudante e um problema pode ser mediada por instrumentos, como materiais concretos, desenhos e outras representações, e por signos, como os conceitos já apropriados pelo estudante e a própria comunicação com o professor.

Este trabalho reconhece que o professor pode realizar a mediação instrumental a partir dos materiais que disponibiliza aos seus estudantes, e que a mediação por signos se dá pela orientação no momento da aula.

Cabe, contudo, diferenciar estas duas formas de mediação. Os instrumentos utilizados na resolução de um problema, sejam ofertados pelo professor ou criados pelos estudantes, preservam sua função, utilizados sempre com o mesmo objetivo para o qual foi criado (Luria, 2017). Já a mediação por signos, por se dar no plano psicológico, permite que o sujeito reorganize seu pensamento, e que se refira a elementos que não estejam presentes. É comum que ocorra, em alguns momentos da mediação por signos, a necessidade de uma marca externa, isto é, um sinal, desenho, objeto ou ação que remeta ao signo internalizado (Luria, 2017).

Segundo Vygotsky (2017), a mediação é essencial para a aprendizagem humana, já que ela se dá sócio-histórico-culturalmente mediada pela cultura, pelas instituições sociais, costumes etc. Da mesma forma, a aprendizagem escolar proporcionada pelas discussões coletivas depende da orientação e mediação do professor, sujeito que já se apropriou destes conhecimentos científicos.

Conceitos algébricos

Compreender os conceitos algébricos é, na perspectiva da Atividade Orientadora de Ensino, reconhecer que eles foram constituídos historicamente em contextos em que se fizeram necessários ainda que com representações diversas.

Já, no movimento histórico da álgebra, é possível reconhecer os movimentos da realidade objetiva sendo expressos na Antiguidade pela álgebra retórica, por meio das palavras, quando os símbolos ainda não haviam sido criados; pela álgebra geométrica (variável figura); pela álgebra sincopada (variável numeral) em que se usam as abreviaturas e, posteriormente, pela álgebra simbólica (variável letras). (Sousa, 2004 *Apud* Sousa, Panossian & Cedro, 2014, p. 118).

A partir do estudo do movimento histórico e lógico do conhecimento algébrico, Sousa, Panossian e Cedro (2014) explicam que conceitos como fluência, número, variável e campo de variação são essenciais nesta forma de conhecimento.

Esses conceitos, aos quais estamos denominando de nexos conceituais da álgebra constituem o substancial, o movimento do pensamento algébrico, tendo em vista a busca da verdade relativizada. Fundamentam as diversas álgebras, elaboradas estruturalmente pelos matemáticos das diversas civilizações, de tempos em tempos, no intuito de descrever, de formalizar os diversos movimentos presentes no mundo no qual estamos inseridos. (Sousa, Panossian & Cedro, 2014, p. 121).

Além disso, Panossian, Sousa e Moura (2017) destacam algumas relações essenciais no movimento de desenvolvimento histórico do conhecimento algébrico: o reconhecimento de grandezas (relacionada ao conceito de número), o movimento dos campos numéricos para o controle das quantidades (relativa ao campo de variação), forma e conteúdo do conhecimento algébrico (relacionada a fluência), o reconhecimento de grandezas variáveis (vinculada ao conceito de variável) e a generalização de objetos e métodos matemáticos.

Esta última relação se remete a uma das concepções de álgebra destacadas por Usiskin (1995) e por Fiorentini, Miorin e Miguel (1993), apresentadas na Figura 1

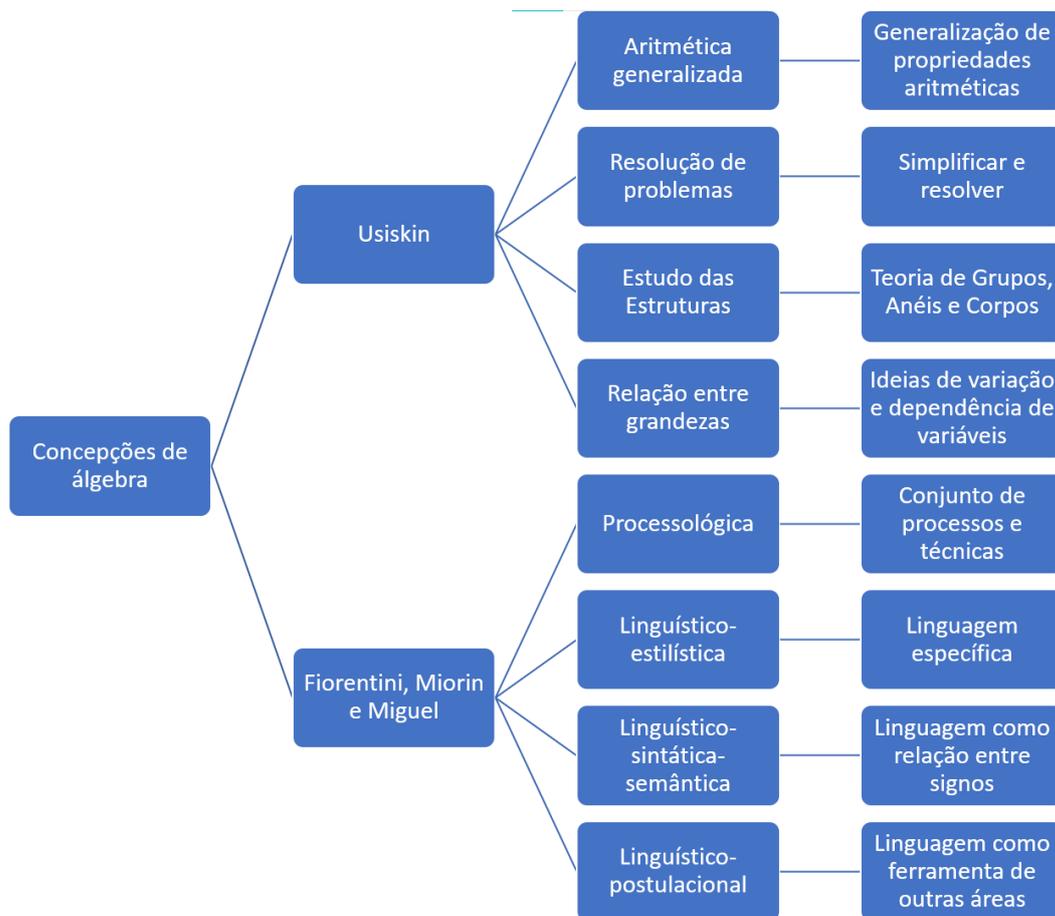


Figura 1.

Concepções de álgebra (OLIVEIRA, 2020, p. 37).

Assim, dentre os vários autores que escrevem sobre álgebra, Usiskin (1995) destaca quatro concepções gerais sobre a finalidade do conhecimento algébrico: como uma generalização da aritmética; como instrumento de resolução de problemas; como campo de estudo das estruturas matemáticas; e como relação entre grandezas. Destaca-se neste trabalho a última concepção, tendo em vista que a partir do estudo das relações essenciais da álgebra, “[...] considerou-se como relação estável (essência, ente geral ou célula) do conhecimento

algébrico, o estabelecimento de relação quantitativa entre as grandezas variáveis de forma geral” (Panossian, Sousa & Moura, 2017, p. 155, grifo dos autores).

Quanto ao caráter do conhecimento algébrico, Fiorentini, Miorin e Miguel (1993) destacam também quatro concepções gerais: a álgebra como compilado de processos e técnicas; como uma linguagem específica da matemática; como relação entre signos; e como ferramenta linguística de outras áreas de conhecimento. Destaca-se neste trabalho a concepção de álgebra como linguagem que relaciona signos com vistas ao seu significado, tendo em vista o movimento histórico exposto por Sousa, Panossian e Cedro:

Os conceitos e conteúdos algébricos, fundamental, tratam das operações Matemáticas consideradas de formas abstrata e generalizada. O desenvolvimento da linguagem algébrica não é algo tão natural quanto se queira supor. Ele ocorre também a partir de pressões sociais e necessidades humanas de cada época (Aleksandrov et al. 1956[1988]). Considerando o uso de palavras, letras, signos e símbolos, é possível traçar um caminho da linguagem algébrica. (Sousa, Panossian & Cedro, 2014, p. 101).

Compreende-se então que, em todo o percurso da história humana, a álgebra foi utilizada e desenvolvida a partir da necessidade de representar (em pensamento e linguagem) relações entre grandezas variáveis. A partir desta concepção de álgebra, considera-se que a apropriação dos nexos conceituais do conhecimento algébrico possibilita a criação de sentidos pessoais e apreensão do significado dos conteúdos, permitindo o desenvolvimento de formas teóricas de pensamento nos estudantes.

Assim, a compreensão do desenvolvimento histórico e lógico do conceito de variável [nexo conceitual] torna possível compreender o significado que ele carrega e que não é explícito aos estudantes e, portanto, depende do processo de apropriação potencializado pela organização do ensino escolar. (Panossian, Sousa & Moura, 2017, p. 146-147).

Tais nexos conceituais não devem tomar um momento específico do ensino, pelo contrário, devem ser norteadores do trabalho com os conteúdos escolares, possibilitando a compreensão do objeto de ensino “álgebra” como uma área do conhecimento:

Tomando o movimento histórico e lógico dos conceitos como ponto de análise, compreendemos que este nos permite identificar elementos essenciais inerentes a determinada forma de conhecimento, constituindo assim um ‘objeto de ensino’. Este ‘objeto de ensino’, por sua vez, pode e deve estar presente em vários ‘conteúdos de ensino’ ou ‘tópicos de ensino’ na organização curricular escolar. [...] No caso particular do conhecimento algébrico, é essencial a essa forma de conhecimento “estabelecer a relação entre grandezas variáveis de forma geral” (PANOSSIAN, 2014, p. 8), o que pode vir a ser realizado por meio de vários conteúdos de ensino, como sequências, equações, funções, etc. Nesse sentido, o conceito de variável deveria ser central nos

processos de ensino e aprendizagem algébricos. (Panossian, Moretti & Souza, 2017, p. 139).

Considerando que a pesquisa de campo foi realizada com um estudante do 7º ano e uma estudante do 8º de uma escola pública de Curitiba (PR), optou-se por destacar conteúdos do planejamento anual da professora que lecionava matemática na sala regular para estes estudantes. O planejamento foi organizado no início do ano de 2019 e orientou-se pelos conteúdos da Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018) e do Referencial Curricular do Paraná (Paraná, 2018). Destacaram-se os conteúdos relativos à álgebra contemplados no segundo e terceiro trimestre:

Tabela 1.

Conteúdos matemáticos. (Autoria própria)

	7º ano (Marcelo)	8º ano (Cláudia)
2º trimestre	- Expressões algébricas - Equação do 1º grau	- Quadriláteros - Monômios
3º trimestre	- Equação do 1º grau - Razão e proporção	- Polinômios

Desta forma, articulado aos nexos conceituais de fluência, variável e campo de variação, definiram-se os conteúdos de expressões algébricas, equação do 1º grau, monômios e polinômios como objetivo de ensino das intervenções. A partir disto, foram elaboradas situações desencadeadoras de aprendizagem de conceitos algébricos, apresentadas a seguir.

Metodologia

Como o objetivo do trabalho era reconhecer a apropriação de conhecimentos algébricos por deficientes visuais a partir de situações desencadeadoras de aprendizagem, utilizou-se o espaço da sala de recursos multifuncionais de uma escola pública de Curitiba (PR). Os participantes da pesquisa foram um estudante do 7º ano, doravante chamado Marcelo, que possui baixa visão e uma estudante do 8º ano, aqui chamada Cláudia, que possui cegueira congênita e deficiência auditiva. Estes estudantes foram escolhidos por serem os únicos estudantes da sala de recursos que estavam no sétimo e oitavo ano, quando a BNCC (Brasil, 2018) indica o início da resolução de equações.

Antes das intervenções, consultou-se a professora regular quanto à relação com a matemática de cada estudante: Cláudia tinha facilidade em operacionalizar algoritmos, isso é,

realizar cálculos mentalmente, como multiplicações e divisões, mas tinha dificuldades com textos longos em situações contextualizadas; por outro lado, Marcelo encontrava dificuldade com os algoritmos, mas se interessava muito pelos temas das situações, sendo muito curioso sobre eles. Assim, se a situação de ensino de matemática fosse contextualizada com dinossauros, Marcelo poderia perguntar tudo sobre tais animais, mas não precisaria mobilizar-se muito nos cálculos.

Em conversas com a professora da sala de recursos, em busca de reconhecer as necessidades dos estudantes em virtude da deficiência, identificou-se que apesar de possuir baixa visão, Marcelo não utilizava fontes ampliadas, mas sim o programa de voz do computador (DOSVOX); mesmo assim, prestava muita atenção ao contraste de cores presentes nos materiais. Cláudia, por sua vez, utilizava o mesmo programa de leitura de textos que Marcelo, mas por ser também deficiente auditiva, tinha dificuldade em compreender a leitura de textos muito longos ou em ambientes com barulho. A preocupação de que os ruídos em sala de aula regular pudessem interferir na compreensão da estudante, a necessidade de tempo para resolver a situação e o fato de os estudantes serem de turmas distintas levou a pesquisadora a escolher a sala de recursos como espaço da pesquisa.

Considerando as necessidades e características destes estudantes, foram elaboradas duas situações desencadeadoras de aprendizagem: uma história virtual do conceito, nomeada “A Cobrança de Impostos no Egito”, e um jogo, chamado “Dados ao Alvo”.

Todas as intervenções com os estudantes foram organizadas na mesma ordem: apresentação da situação, discussão dos elementos da situação, solução coletiva do questionário e retomada. Foram gravadas em áudio e vídeo, registradas no diário de bordo da pesquisadora e os registros dos estudantes no computador foram recolhidos pelo programa DOSVOX.

As potencialidades das situações foram analisadas a partir de dois isolados (Caraça, 1951): manifestações dos nexos conceituais e manifestações do pensamento e da linguagem. Entendemos que estes dois isolados nos permitem compreender o fenômeno “apropriação dos conhecimentos algébricos” a partir das situações apresentadas aos estudantes.

História virtual - a cobrança de impostos no Egito

Esta situação desencadeadora de aprendizagem (Tabela 2), identificada como história virtual do conceito, foi elaborada a partir do personagem de uma situação para ensino de números racionais criada por Moura (2015), chamada “Cordasmil”.

O objetivo desta situação era discutir o conceito de variável. Como foi a primeira situação proposta aos estudantes, tinha também o papel de identificar suas dificuldades com o conhecimento algébrico. Os estudantes receberam três materiais: a narrativa da história virtual, o questionário referente a ela, e um material manipulável elaborado para auxiliar a compreensão tridimensional da situação.

Tabela 2.

A cobrança de impostos no Egito (Autoria própria)

Por estar localizada numa região desértica, a civilização egípcia se desenvolveu ao longo das férteis margens do rio Nilo, ocupando toda sua extensão em cerca de 10 a 20 quilômetros das águas. Era extremamente dependente do rio, tanto para a manutenção das atividades agrícolas e da pecuária, como para o transporte de mercadorias e comunicação entre as diversas cidades. Tão apropriada era a navegação entre as várias regiões banhadas pelo Nilo, que os egípcios não precisaram construir estradas. O calendário egípcio era dividido conforme as fases do Nilo, sendo elas: cheia, plantio e colheita. Durante a cheia as águas do Nilo invadiam os terrenos de cada um dos moradores, que com a baixa do nível das águas na época de plantio, tornavam-se muito férteis (já que estiveram por meses em contato com a água). Como a economia egípcia tinha como base a troca de mercadorias, os impostos eram coletados na forma de cereais. Os governadores avaliavam anualmente a arrecadação de cereais naquele ano, baseando seus cálculos na área de superfície de cada terreno.

Desta forma, o principal elemento a ser analisado na história é o movimento do Rio Nilo. Entretanto, considerando que os estudantes possuíam deficiência visual, havia a possibilidade de não compreenderem como as cheias ocorriam. Para suprir esta necessidade confeccionou-se uma maquete, com papel crepom representando as águas do Nilo (Figura 2).

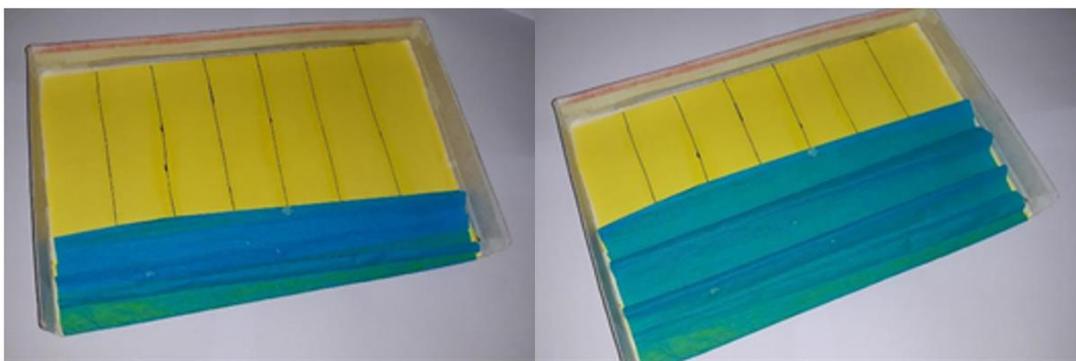


Figura 2.

Maquete com o rio Nilo na época de plantio e na época da colheita (Autoria própria).

Além disso, tomamos como problema desencadeador a questão: “Como ficaria a área dos terrenos na cheia e na baixa do rio Nilo?” e para iniciar as discussões, utilizamos um questionário (Tabela 3). Tal escolha teve dois motivos: não saber o quanto os estudantes estavam acostumados a interagir com professores e entre si e identificar se as dificuldades

eram referentes à captação de informações de um texto, de interpretação ou de conhecimento matemático.

Tabela 3.

Questionário da história virtual (Autoria própria).

-
1. Os terrenos de cada um dos moradores às margens do rio Nilo possuíam o mesmo tamanho durante todo o ano?
 2. Como podemos medir um terreno? Que aspectos devemos considerar?
 3. Quais desses aspectos estão relacionados com a diferença de tamanho total ao longo do ano? Por quê?
 4. Existem nestes terrenos medidas que são fixas?
 5. Suponha que na época de maior cheia um terreno tenha 15 metros de largura e 20 metros de comprimento. Como podemos representar as dimensões dele após a baixa do rio?
 6. Como você representaria a área deste terreno durante a cheia? E na baixa?
 7. Existem outras coisas/características que podemos mensurar? Quais dessas coisas/características podem variar?
-

Esta situação foi trabalhada em apenas uma intervenção, e seus resultados orientaram a elaboração do jogo “Dados ao Alvo”, apresentada a seguir.

Jogo - Dados ao Alvo

Este jogo foi elaborado a partir de um jogo sem nome e sem identificação de fundamentação teórica apresentado por uma professora no vídeo “Brincando com a álgebra na matemática”, disponível na plataforma YouTube³.

O jogo foi adaptado para as necessidades dos estudantes, com contrastes de cores e texturas; para as necessidades matemáticas, com mais tipos de peças; e para se tornar uma situação desafiadora, com a definição de objetivos.

Os conceitos e operações a serem trabalhados neste jogo são: representação de diferentes variáveis; adição de monômios e binômios; substituição de uma variável por um valor do seu campo de variação; campo de variação; representação e resolução de equações com monômios e binômios.

O jogo Dados ao Alvo é construído com um tabuleiro circular dividido em quatro coroas circulares (faixas): duas vermelhas de EVA liso e duas brancas de EVA felpudo. Entre cada faixa há uma divisão com papel cartão para que as peças não mudem de faixa ao serem tateadas. O jogo possui dois tipos de peças: na primeira fase, são bolinhas azuis, na segunda fase, são dados com três tipos de texturas em suas faces (Figura 3).

³ <https://www.youtube.com/watch?v=139CkqAivCQ>



Figura 3.

Elementos do jogo Dados ao Alvo (Autoria própria).

O nome do jogo, Dados ao Alvo, se deve ao fato de que o tabuleiro possui o formato de um alvo e de que a cada rodada os jogadores jogam sobre o tabuleiro um punhado de dados e realizam a contagem, observando textura do dado e ao tipo de faixa em que ele caiu.

Para facilitar a organização das peças, caso necessário, confeccionou-se uma caixa registradora como possível mediação instrumental (Figura 4).

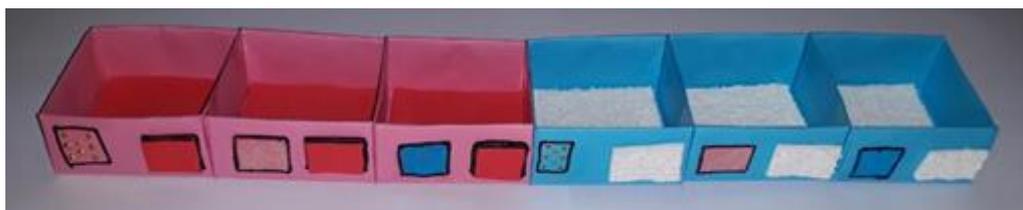


Figura 4.

Caixa registradora (Autoria própria).

A seguir (Tabela 4) apresentam-se as regras do jogo na segunda fase:

Tabela 4.

Regras da segunda fase do jogo (Autoria própria).

O jogo tem três rodadas, em cada rodada os dois jogadores têm sua vez de obter pontuação. Cada jogador deve, na sua vez, retirar um punhado de dados e jogá-los no tabuleiro. Depois deve contar quantos dados de cada tipo há em cada faixa do tabuleiro, observando o relevo da faixa, e anotar em seu computador a quantia. Após terminar todas as faixas, o jogador deve fazer as contas no computador e anunciar ao adversário a sua pontuação. Após cada rodada um dos jogadores deve tirar três cartas com números de 1 a 6, cada uma será o valor de um tipo de dado. Ganha a rodada quem tiver maior pontuação e ganha o jogo quem vencer mais dentre as três rodadas.

As cartas com números de 1 a 6 foram utilizadas apenas na primeira vez que se jogou cada fase, e a partir disso, pediu-se que os estudantes representassem os resultados para

qualquer valor de carta e estipulassem casos em que cada um ganharia. O questionário trabalhado na segunda fase do jogo está apresentado na Tabela 5.

Tabela 5.

Perguntas da segunda fase do jogo (Autoria própria).

-
1. Que elementos interferem no resultado? Esses elementos têm valores fixos?
 2. Quantas e quais são as variáveis do jogo?
 3. Como e entre que valores ocorre essa variação? Existem limites?
 4. Um jogador diz ao outro que fez 30 pontos, mas seu adversário esqueceu quanto valia a face de papel crepom nesta rodada. A soma foi 22, mas ainda faltam contar dois dados de face de papel crepom na parte positiva do tabuleiro. Como podemos expressar matematicamente este problema? E qual o valor da face de papel crepom?
 5. Na questão anterior, o valor da face de papel crepom podia mudar ou era único? Neste caso, a face de papel crepom é uma variável do jogo? Por quê?
-

O jogo foi trabalhado ao longo de três intervenções, para discutir as questões (Tabela 5) e vários casos específicos de somas de monômios e polinômios em cada rodada.

Análises sobre a apropriação de conhecimentos algébricos pelos estudantes com deficiência visual

As análises quanto à apropriação de conhecimentos algébricos dividiram-se em manifestações dos nexos conceituais e manifestações do pensamento e da linguagem, apresentadas a seguir.

Manifestações dos nexos conceituais

Trabalhados inicialmente na história virtual, primeira situação apresentada aos estudantes, os nexos conceituais “variável”, “campo de variação” e “fluência” foram discutidos coletivamente. No jogo, abordamos os nexos conceituais dentro dos seguintes conteúdos escolares: expressões algébricas, equação do 1º grau e operações com monômios e polinômios.

A primeira dificuldade dos estudantes com a história virtual foi compreender espacialmente os “lados” dos terrenos citados, por isso a maquete e a explicação da pesquisadora foram essenciais para iniciar as discussões. Mesmo que os estudantes tenham reconhecido pelo tato e pela história que um dos lados não possuía medida fixa, houve muita dificuldade de estabelecer uma representação.

Com apoio da pesquisadora, os estudantes conseguiram estabelecer as medidas do terreno como 15 metros de largura (fixa) e $20 + x$ metros de comprimento (variável). Todavia, ficou perceptível que a utilização do símbolo “x” era apenas uma convenção dos estudantes para representar algo desconhecido, sem uma análise sobre sua variação na situação. Isto foi ressaltado quando, nas questões seguintes, os estudantes não conseguiram reconhecer “ $20+x$ ” como a representação de um valor numérico.

Após estas discussões, colocou-se uma questão extra indagando como fariam esta representação ou explicariam o que acontece com as dimensões dos terrenos se não soubessem nenhuma das medidas. Nas respostas (Figura 5), percebe-se que Cláudia utiliza “comprimento + x”, mostrando uma diferenciação entre os elementos: o que deveria ser conhecido está em linguagem retórica (apoio na língua materna) e o que foi estudado como variável está na linguagem simbólica.

```
Durante a baixa do rio, o comprimento aumenta, e a largura continua a  
mesma.  
  
Largura  
comprimento+x  
  
Largura vezes comprimento+x
```

Figura 5.

Resposta de Cláudia (Dados da pesquisa).

Marcelo, por sua vez, limitou-se a explicar o movimento (Figura 6), mas não escreveu a expressão mesmo após a síntese coletiva com a pesquisadora indicando que a resposta de sua colega também estava correta.

```
Extra: A largura nunca muda, e o comprimento sempre muda:  
Na cheia ele diminui e na baixa aumenta!
```

Figura 6.

Resposta de Marcelo (Dados da pesquisa).

Após algumas discussões para reconhecer elementos que “variavam” ou não no cotidiano, assunto que surgiu no momento da intervenção, percebe-se um avanço: quando perguntados sobre o que é variável, Cláudia prontamente responde: “coisas que variam”. Durante a realização do jogo, a compreensão que ela apresentou de incógnita era:

Pesquisadora: [...] então, por que não varia [“x” em $4 \cdot x = 20$]?

Cláudia: Porque o que vem antes, você tem um valor que é igual a isso?

A estudante compreendia que a diferença entre incógnita e variável dependia da expressão em que o símbolo estava, ou seja, em uma equação há uma ou mais incógnitas (valor desconhecido) e em uma expressão algébrica há uma variável (que pode assumir diferentes valores).

Este conhecimento foi retomado na primeira fase do jogo, principalmente nas perguntas “Que elementos interferem no resultado? Esses elementos têm valores fixos?” e “Esses elementos que variam são chamados variáveis. Quantas e quais são as variáveis do jogo?”

Em relação ao primeiro questionamento, os estudantes não apresentaram dificuldades de reconhecer os elementos, atribuindo o símbolo “x” ao valor desconhecido da bolinha. Entretanto, foi preciso explicar que “x” influencia o resultado, mas, em determinados valores do campo de variação, não influenciaria o ganhador.

Ao pedir que relembassem o que era variável, eles responderam: “coisas que variam”. Cláudia lembrou que o terreno tinha uma medida que variava, e Marcelo lembrou-se que sua altura varia. Desta forma, a identificação dos elementos que variam (quantidade de bolinhas e valor da bolinha) não exigiu muito tempo.

É importante ressaltar que o jogo foi trabalhado em três intervenções e em todas discutiu-se o conceito de variável e incógnita, considerado central para a compreensão das expressões e equações algébricas. No último dia de trabalho com o jogo, Cláudia diferenciou melhor estes elementos: “Variável muda e incógnita não muda, mas você também não sabe o valor”. Apesar de ser uma resposta relativamente simples, mostra que houve uma evolução gradativa conforme as intervenções, um processo de reformulação do conceito. Essa diferenciação foi utilizada para que os estudantes compreendessem que nem toda expressão que tem um símbolo “x”, por exemplo, é um problema a ser resolvido. No caso da história virtual, a expressão era a resposta. Entende-se que é necessário “romper” a compreensão de que apenas números inteiros positivos podem ser resposta de um problema, abrindo caminho para discussões futuras, sobretudo quanto ao conjunto dos números reais e funções.

No decorrer da primeira fase, a ideia de que “x” – o valor de pontuação atribuído a cada bolinha – poderia, ao fim do jogo, ser um valor numérico, confundiu um pouco os estudantes. Oportunamente, houve uma rodada em que a pontuação de Marcelo foi 0x. Quando a pesquisadora lhes indagou se já sabiam quem havia ganho o jogo, os estudantes responderam rapidamente que seria Cláudia, porque “qualquer valor é maior que zero”, conforme

expressaram. Como os estudantes já conheciam os números negativos, a pesquisadora perguntou-lhes o que aconteceria se houvesse uma carta de valor “-1” para substituir “x”. Neste momento, os estudantes compreenderam que o vencedor seria Marcelo porque o ganhador depende do valor de “x”, isto é, da carta retirada ao fim da rodada.

Pesquisadora: Deixa eu fazer outra pergunta: se o Marcelo fez zero pontos e a Cláudia fez x pontos, mas x é um valor entre 1 e 6, eu já consigo saber quem ganhou?

Alunos: Sim.

Pesquisadora: Quem?

Cláudia: Eu.

Pesquisadora: Beleza! Precisa tirar a 'cartinha'?

Marcelo: Não.

Após este momento, o jogo seguiu com a pesquisadora questionando a cada rodada quem ganharia o jogo se o valor de “x” fosse positivo, nulo ou negativo, não utilizando mais as cartas com valores. Ao fim do jogo, os estudantes reconheceram os campos de variação da quantidade de bolinhas e da pontuação delas a partir do material tátil.

Compreende-se que o nexos conceitual “fluência” foi trabalhado a partir da compreensão de variável como representação de um movimento da realidade objetiva, mesmo que não se tenha definido explicitamente esta relação com os estudantes.

Os conteúdos curriculares selecionados (expressões algébricas, equação do 1º grau e operações com monômios e polinômios) foram trabalhados apenas no jogo. Ao longo das rodadas, trabalhou-se a representação de monômios (na primeira fase) e de polinômios (na segunda fase).

Cláudia já havia estudado como resolver equações, por isso respondia às questões relacionadas à cálculo com mais facilidade. Mesmo assim, foi possível perceber que algumas respostas de ambos eram automáticas: quando a pesquisadora apresentou as peças do jogo na primeira fase, as bolinhas, e explicou que o valor era desconhecido, esperava que os estudantes representassem o valor por “bolinhas” ou “b”. Contudo, eles associaram o desconhecido diretamente com a letra “x”, percebendo a necessidade de utilização de letras diferentes na segunda rodada do jogo, quando havia peças diferentes a serem representadas.

De forma geral, os estudantes demonstraram alguma facilidade em trabalhar com monômios, precisando de orientações apenas para organizar as informações do tabuleiro no computador. Foi nas questões que envolviam a resolução de uma equação que Marcelo

apresentou mais dificuldades. Para acompanhar este processo, analisou-se as manifestações do pensamento do estudante no próximo tópico.

Desta forma, reconhece-se que as situações desencadeadoras de aprendizagem possibilitaram que os estudantes se apropriassem dos nexos conceituais “fluência”, “variação” e “campo de variação” e dos conteúdos de expressões algébricas, equação do 1º grau e operações com monômios, sendo necessárias mais intervenções para que os estudantes conseguissem realizar operações com polinômios. Além disso, as mediações simbólicas da pesquisadora foram fundamentais para a compreensão. Tal conclusão era esperada, tendo em vista que este é um dos princípios teóricos segundo os quais as situações foram criadas. Também se ressalta que os materiais concretos produzidos na perspectiva do desenho universal foram essenciais para facilitar a comunicação entre pesquisadora (professora) e estudantes, tornando-se uma importante mediação instrumental.

Manifestações do pensamento e da linguagem

Na impossibilidade de apreender o movimento do pensamento humano, buscou-se analisar momentos da aprendizagem dos estudantes a partir das falas e das dificuldades ao longo das intervenções.

No começo da primeira fase do jogo, ambos estudantes anotavam no computador os pontos a cada faixa do tabuleiro e depois realizavam as operações. Usavam o cálculo mental. Ao longo das rodadas, eles sentiram necessidade de otimizar este processo, pois demandava tempo e o parceiro de jogo precisaria esperar, sem saber o que estava acontecendo (com quatro mãos tateando, o tabuleiro se desorganizava facilmente). Marcelo e Cláudia traçaram estratégias diferentes para agilizar o processo de contagem: Marcelo agrupou todas as peças de faixas negativas em uma única faixa negativa, fez o mesmo processo com as peças de faixas positivas, e subtraiu a quantidade de negativas das positivas retirando os pares que se anulariam do tabuleiro. Marcelo contou apenas as peças que restaram no tabuleiro. Cláudia, por sua vez, agrupou as peças negativas e contou-as, realizou o mesmo processo para as peças positivas e, por fim, operou mentalmente a subtração, retirando todas as peças do tabuleiro juntas.

Ainda na primeira fase do jogo, os estudantes apresentaram dificuldades na questão: “Em uma rodada o jogador fez 20 pontos, 7 caíram no setor positivo e 3 na região negativa, registre e diga qual era o valor da bolinha.” Eles representaram: “ $7x - 3x$ ”, mas não reconheceram que esta expressão era igual a 20, nem que poderia ser simplificada como “ $4x$ ”.

Foi necessária a intervenção da pesquisadora, ajudando-os a escrever a igualdade e explicando que ela já existia quando eles jogaram. Mesmo com dificuldades em compreender a existência desta equação, Cláudia resolveu mentalmente informando o valor de x igual a 5. Marcelo não demonstrou preocupações sobre o surgimento da equação.

Desta forma, os estudantes estabeleceram novos processos durante a primeira fase do jogo. Todavia, na segunda fase, por ter mais tipos de peças, os estudantes precisaram realizar anotações sobre sua pontuação durante este processo. Para a segunda fase do jogo, foram utilizadas duas intervenções, a primeira apenas com Marcelo e a segunda com os dois estudantes.

Sem a presença de Cláudia, Marcelo tinha mais dificuldades de responder às questões, já que algumas vezes se embasava nas falas da colega para formular a sua compreensão. Esta situação não foi surpresa, tendo em vista que Marcelo estava no sétimo ano e Cláudia no oitavo.

Ao se deparar com o jogo com mais peças, Marcelo expressou a necessidade de registrar sua pontuação com letras diferentes, escolhendo M, W e G, pois, segundo ele, era a sigla para “Marcelo Wins the Game”⁴, em inglês, “Marcelo vence o jogo”. Ao tentar contar os pontos da mesma maneira que na primeira fase, percebeu que não conseguiria realizar todos os cálculos juntos, por isso começou a agrupar as peças por tipo. Tateou todo o tabuleiro procurando as peças “M”, contou-as e registrou-as, depois seguiu para as peças “W” e assim por diante.

Seu primeiro registro foi “-3.M-3.W-2.G+1.M+2.G”, mas quando perguntado se havia como simplificar o resultado, respondeu que não havia o que fazer, pois eram “de famílias diferentes”. A pesquisadora solicitou que ele olhasse com mais atenção e ele exclamou “Ah, agora entendi, eu posso somar as com famílias iguais!”, mas ainda não realizou a conta, por isso recorreu a caixa registradora.

Com as peças da caixa registradora, o estudante precisou tateá-las, juntando as positivas e negativas do mesmo tipo em suas mãos (Figura 7). As peças eram representadas por “G”, e Marcelo finalmente concluiu que o resultado era “0.G”, ainda esperando uma confirmação do processo.

⁴ A inicial do nome do estudante foi substituída pela inicial do nome atribuído a ele neste trabalho para preservar sua identidade.



Figura 7.

Agrupamento de peças feito por Marcelo (Dados da pesquisa).

Ele precisou ser lembrado algumas vezes de que $0.G = 0$ e que não precisaria ser registrado na expressão. Marcelo utilizou este processo de contagem na primeira rodada com a caixa registradora, depois percebeu que “juntar” era “somar” e passou a não fazer mais este movimento. No segundo dia de intervenção, Marcelo deixou de utilizar a caixa registradora, provavelmente porque Cláudia não quis utilizá-la.

Nas questões com equações, Cláudia já havia se apropriado da resolução com operações inversas, enquanto Marcelo se recusava a utilizá-las. A partir de um dos problemas, ele compreendeu que precisaria resolver “ $2.x+22=30$ ”, mas resolvia utilizando a lógica e as operações da equação: “ $c = 4$, porque 4 vezes 2 é 8 e 8 mais 22 é 30”.

Após várias explicações sobre “desfazer” as ações do jogo, o estudante ainda não estava convencido da necessidade de utilizar operações inversas. Tal necessidade foi criada com a intervenção da pesquisadora apresentando a equação $20 = 4.a - 10$. A solução desta equação não é um número inteiro, o que tornava mais difícil o controle visual. Além do registro da equação, a pesquisadora ainda ditou conforme ele estava acostumado “que número ‘a’ eu multiplico por 4, subtraio 10 e chego em 20?”, mas o estudante permaneceu em silêncio tentando resolver. Após alguns minutos, ele relatou chegar apenas em “ $4.a = 30$ ”, mas não conseguiu explicar como chegou nisso. Quando havia auxílio e instrução, ele conseguia resolver, mas sozinho tinha dificuldades para iniciar.

Desta forma, ressalta-se que o jogo criado possibilitou discussões sobre os conteúdos e nexos, mas a mediação da pesquisadora, mais uma vez, foi crucial para o desenvolvimento do pensamento matemático dos estudantes. Compreende-se também que a introdução de cartas com valores negativos e de questões com valores não inteiros poderia ampliar as discussões do jogo, tendo em vista que ocorreram apenas em virtude das jogadas e dificuldades específicas e poderiam não ocorrer com outros estudantes.

Considerações finais

Considerando, a partir da Atividade Orientadora de Ensino (Moura et al., 2016), que a finalidade do ensino é a apropriação teórica dos conceitos, neste caso os algébricos, fez-se necessário compreender como as situações desencadeadoras de aprendizagem podem influenciar neste processo também com estudantes deficientes visuais. Buscou-se analisar estas contribuições para a compreensão de variável, campo de variação, fluência, incógnitas, equações, monômios, polinômios e para as formas de representação destes elementos. Para isso, recortamos dois isolados: manifestações dos nexos conceituais e manifestações do pensamento e da linguagem.

Entende-se, ao fim do estudo, que as situações desencadeadoras de aprendizagem contribuíram para a apropriação dos conceitos de variável, campo de variação e de dependência de variáveis. Contudo, seriam necessários mais tempo e interação com os estudantes para que eles pudessem se apropriar do modo de resolver equações. É importante ressaltar que a aprendizagem é um processo que depende de muitos fatores, inclusive tempo. Justamente por isso, a flexibilidade de tempo é uma das características do espaço das salas de recursos:

É importante que o profissional que atua na sala de recursos esteja atento a cada aluno para não se perder na linha de raciocínio seguida, tanto no conteúdo quanto na atividade desenvolvida, principalmente tendo em vista que há um intervalo entre um atendimento e outro, pois eles não são atendidos todos os dias. Nem sempre é possível concluir uma atividade em um encontro, então, ela poderá ser retomada no atendimento seguinte até sua conclusão seguindo assim uma linha coerente que não confunda o aluno. (Hilsdorf, 2014, p. 95).

O jogo também possibilitou o correto uso da caixa registradora, instrumento que facilitou e deu sentido ao agrupamento de termos em um polinômio, permitindo uma melhor organização das informações para a realização de cálculos mentais. Da mesma forma, a maquete que representava a história virtual permitiu a atribuição de sentidos à variabilidade das medidas. Assim, as situações possibilitaram a mediação simbólica e instrumental, essenciais para a compreensão dos estudantes.

Vale a pena ressaltar que os resultados apresentados nesta pesquisa, mesmo que busquem generalizações, são, ainda, singulares. As situações desencadeadoras apresentadas podem ser desenvolvidas em outros momentos, com outros alunos e por outros professores. O encaminhamento escolhido e a mediação da pesquisadora são específicos do momento em que a pesquisa foi realizada e considerou as características de cada sujeito envolvido desde o planejamento das situações.

Por fim, devemos compreender que toda situação de ensino depende da forma como foi organizada, mas esperamos que esta pesquisa possa dar subsídios e elementos que contribuam na busca pela resposta de quais são as potencialidades das situações desencadeadoras no ensino de álgebra para deficientes visuais e à novas pesquisas que podem surgir na área de ensino de álgebra.

Referências

- Alves, B. A. S. (2016). *A álgebra na perspectiva histórico-cultural: uma proposta de ensino para o trabalho com equações de 1º grau*. [Dissertação de Mestrado em Educação. Universidade Federal de Uberlândia]. <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/18423>.
- Brasil (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm.
- Brasil (1996). Lei de Diretrizes e Bases. *Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996*. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9394.htm.
- Brasil (2001) *Resolução CNE/CEB nº 2, de 11 de setembro de 2001*.: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CEB0201.pdf>.
- Brasil (2004) *Decreto nº 5.296 de 2 de dezembro de 2004*. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5296.htm.
- Brasil (2015) Estatuto da pessoa com deficiência. *Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015*. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113146.htm.
- Caraça, B. J. (1951) *Conceitos Fundamentais da Matemática*. Editora Livraria Sá da Costa.
- Cedro, W. L. (2004). *O espaço de aprendizagem e a atividade de ensino: O Clube de Matemática*. [Dissertação de Mestrado em Educação. Universidade de São Paulo]. <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-21062005-104453/pt-br.php>.
- Dias, C. E. (2018). *Matemática para cegos: uma possibilidade de ensino de polinômios* [Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Matemática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná]. <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/9030>.
- Florentini, D., Miorim, M. A. & Miguel, A. (1993). Contribuição para um repensar... a Educação Algébrica Elementar. *Revista Pro-Posições*, 4 (1), p.79-91.
- Florio, L. H. (2016). *Entendendo o quê é ACUIDADE VISUAL*. Site Stargardt. <http://www.stargardt.com.br/entendendo-o-que-e-acuidade-visual/>.
- Hilsdorf, C. R. R. (2014). *Educação matemática em escolas inclusivas: a sala de recursos em destaque*. [Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista]. <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/123984/000829707.pdf>.
- Kaleff, A. M. M. R., Oliveira, M. F. De., Rosa, F. M. C. & Rodrigues, V. L. (2013). Vendo com as mãos: em busca da inclusão do aluno com deficiência visual nas aulas de Matemática. *Caderno Dá Licença*. 8 (s/n). <http://dalicenca.uff.br/projetos/caderno/>.

- Leontiev, A. N. (2017). Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil. In: L. S. Vygotsky; A. R. Luria & A. N. Leontiev. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. (pp. 59 - 84). 16. ed. Editora Ícone.
- Lucion, P. (2015). *A organização do ensino de matemática no contexto da inclusão*. [Dissertação de Mestrado em Educação. Universidade Federal de Santa Maria]. <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/7234>.
- Luria, A. R. (2017). O desenvolvimento da escrita na criança. In: L. S. Vygotsky; A. R. Luria & A. N. Leontiev. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. (pp. 143 - 190). 16. ed. Editora Ícone.
- Ministério da Educação (MEC). (2001). *Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica*.
- Ministério da Educação (MEC). (2017). *Base Nacional Comum Curricular*. http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf
- Ministério da Educação (MEC). (2020). *Política Nacional de Educação Especial: Equitativa, Inclusiva e com Aprendizado ao Longo da Vida*. Secretaria de Modalidades Especializadas de Educação.
- Moura, M. O. (2006). *Saberes pedagógicos e saberes específicos: desafios para o ensino de matemática*. Anais do XII ENDIPE.
- Moura, M. O. (2015). *Números racionais* - Arquivo. <https://slideplayer.com.br/slide/10437712/>.
- Moura, M. O. De & Lanner De Moura, A. R. (1998). *Matemática na educação infantil: conhecer, (re)criar - um modo de lidar com as dimensões do mundo*. Editora SECEL.
- Moura, M. O. de, Araujo, E. S., Souza, F. D. de, Panossian, M. L. & Moretti, V. D. (2016). A Atividade Orientadora de Ensino como Unidade entre Ensino e Aprendizagem. In: M. O. de Moura (org.). *A atividade pedagógica na teoria histórico-cultural*. (pp. 93 - 126). 2. ed. Editora Autores Associados.
- Oliveira, N. M. (2020). *Situações desencadeadoras de aprendizagem no ensino de álgebra para estudantes deficientes visuais*. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2020.
- Pacheco, K. M. De B. & Alves, V. L. R. (2007). *A história da deficiência, da marginalização à inclusão social: uma mudança de paradigma*. Revista Acta Fisiatr. 41(4): 242-248. DOI: 10.11606/issn.2317-0190.v14i4a102875.
- Padilha, P. R. (2001). *Planejamento Dialógico: Como construir o projeto político pedagógico da escola*. Editora Cortez.
- Panossian, M. L. (2008). *Manifestações do pensamento e da linguagem algébrica de estudantes: indicadores para a organização do ensino*. [Dissertação de Mestrado em Educação. Universidade de São Paulo]. <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-23012009-143154/pt-br.php>.
- Panossian, M. L., Moretti, V. D. & Souza, F. D. de. (2017). Relações entre movimento histórico e lógico de um conceito, desenvolvimento do pensamento teórico e conteúdo escolar. In: M. O. de Moura (org.). *Educação escolar e pesquisa na teoria histórico-cultural*. Editora: Loyola.

- Panossian, M. L., Sousa, M. C. & Moura, M. O. (2017). Nexos conceituais do conhecimento algébrico a partir do movimento histórico e lógico. In: V. D. Moretti & W. L. Cedro. *Educação matemática e a teoria histórico-cultural: um olhar sobre as pesquisas*. (pp. 125 - 160). Editora Mercado de Letras.
- Secretaria do Estado da Educação do Paraná. (2018). *Referencial Curricular do Paraná: princípios, direitos e orientações*. SEED/PR. <https://professor.escoladigital.pr.gov.br/crep>
- Sousa, M. C., Panossian, M. L. & Cedro, W. L. (2014). *Do movimento lógico histórico à organização do ensino: o percurso dos conceitos algébricos*. Editora Mercado de Letras.
- Unesco (1994). *Declaração de Salamanca: Sobre Princípios, Políticas e Práticas na Área das Necessidades Educativas Especiais*. <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/salamanca.pdf>.
- Unesco (1998). *Declaração Mundial sobre Educação para Todos*. <https://www.unicef.org/brazil/declaracao-mundial-sobre-educacao-para-todos-conferencia-de-jomtien-1990>.
- Usiskin, Z. (1995). Concepções sobre a álgebra da escola média e utilização das variáveis. In: Coxford, A. F. Shulte, A. P. *As idéias da álgebra*. (pp. 9 – 22) Editora Atual.
- Vygotsky, L. S. (1997). *Fundamentos de defectología: obras completas*. Editorial Pueblo y Educación.
- Vygotsky, L. S. (2017). Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar. In: L. S. Vygotsky; A. R. Luria & A. N. Leontiev. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. (pp. 103 - 118). 16. ed. Editora Ícone.

Revisão: Maria Isabel de Castro Lima.