

Equações do Segundo Grau em Videoaulas: Uma Análise Praxeológica no Youtube Edu

Quadratic Equations in Videoclasses: a Praxeological Analysis on Youtube Edu

Ecuaciones cuadráticas en las videoclases: un análisis praxeológico en Youtube Edu

Les équations du second degré dans les cours vidéo : une analyse praxéologique sur Youtube Edu

Luana Letícia da Silva¹

Mestranda em Educação em Ciências e Matemática

Universidade Federal de Pernambuco

<https://orcid.org/0000-0002-2261-2986>

Marcus Bessa de Menezes²

Doutor em Educação

Universidade Federal de Campina Grande

<https://orcid.org/0000-0003-0850-1793>

Resumo

Este estudo teve por objetivo analisar videoaulas da plataforma Youtube Edu sobre as equações do segundo grau sob a ótica das praxeologias matemáticas e dos objetos ostensivos. Para analisar esse recurso didático, ancoramos este estudo na Teoria Antropológica do Didático, desenvolvida por Chevallard e colaboradores. De maneira especial, trata-se de uma pesquisa de cunho qualitativo do tipo documental. Foram analisados dois canais de Matemática da plataforma Youtube Edu. A implementação da metodologia possibilitou identificar e analisar os tipos de tarefas, as técnicas e os elementos tecnológico-teóricos, bem como os objetos ostensivos e não ostensivos presentes em torno do objeto, equações do segundo grau, desses dois canais. Os principais resultados apontam que nas praxeologias matemáticas das videoaulas houve um privilégio de uma técnica na resolução das equações. Os objetos ostensivos evidenciados nas videoaulas foram diferentes em ambos os canais e a utilização dos ostensivos

¹ luana.leticia92@hotmail.com

² marcusbessa@gmail.com

tecnológicos de edição mais profissional apontam para um maior acesso dos usuários à plataforma.

Palavras-chave: Equações do Segundo Grau, Teoria Antropológica do Didático, Videoaulas, Youtube Edu.

Abstract

This study aimed to analyze videoclases on the *YouTube Edu* platform about quadratic equations from the perspective of mathematical praxeologies and ostensive objects. To analyze this didactic resource, we base the current study on the Anthropological Theory of the Didactic, by Yves Chevallard and collaborators. It is qualitative research of documentary type. Two Mathematics channels of the platform *Youtube Edu* were analyzed. The methodology implementation provided the identification and analysis of the types of tasks, the techniques, the technological-theoretical elements, and the ostensive and non-ostensive objects present around the object of the quadratic equations in those channels. The main results show that in the mathematics praxeology of the videoclases, there was a privileged technique to solve the equations. The ostensive objects highlighted in the video lessons were also different in both channels, and the utilization of the technological ostensives of a more professional edition point to a greater number of accesses by the users of the platform.

Keywords: Quadratic equations, Anthropological Theory of the Didactic, Videoclases, Youtube Edu.

Resumen

Este estudio tuvo como objetivo analizar las videoclases de la plataforma *YouTube Edu* sobre ecuaciones cuadráticas desde la perspectiva de las praxeologías matemáticas y los objetos ostensibles. Para analizar este recurso didáctico, basamos el presente estudio en la Teoría Antropológica de lo Didáctico, construida por Yves Chevallard y colaboradores. De manera especial, se trata de una investigación cualitativa de tipo documental. Se analizaron dos canales de Matemáticas de la plataforma *Youtube Edu*. La implementación de la metodología

proporcionó la identificación y el análisis de los tipos de tareas, las técnicas y los elementos tecnológico-teóricos, así como los objetos ostensivos y no ostensivos presentes en torno al objeto de las ecuaciones cuadráticas en dichos canales. Los principales resultados mostraron que, en la praxeología de las matemáticas de las videoclases, había una técnica privilegiada para resolver las ecuaciones. Los objetos ostensivos destacados en las video-lecciones también fueron diferentes en ambos canales y la utilización de los ostensivos tecnológicos de una edición más profesional apuntan a un mayor número de accesos por parte de los usuarios de la plataforma.

Palabras clave: Ecuaciones de segundo grado, Teoría Antropológica de lo Didáctico, Videoclases, Youtube Edu.

Résumé

Cette étude a pour but d'analyser les leçons vidéo de la plateforme Youtube Edu sur les équations du second degré du point de vue des praxéologies mathématiques et des objets ostensifs. Pour analyser cette ressource didactique, nous avons ancré cette étude dans la Théorie Anthropologique de la Didactique, développée par Chevallard et ses collaborateurs. D'une manière particulière, il s'agit d'une recherche qualitative de type documentaire. Deux chaînes mathématiques de la plateforme Youtube Edu ont été analysées. La mise en œuvre de la méthodologie a permis d'identifier et d'analyser les types de tâches, les techniques et les éléments technologique-théoriques, ainsi que les objets ostensifs et non-ostensifs présents autour de l'objet, équations du second degré, de ces deux canaux. Les principaux résultats soulignent que, dans les praxéologies mathématiques des leçons vidéo, il y avait un privilège d'une technique de résolution des équations. Les objets ostensibles mis en évidence dans les leçons vidéo étaient différents dans les deux canaux et l'utilisation d'ostensifs technologiques d'édition plus professionnelle indique un plus grand accès des utilisateurs à la plateforme.

Mots clés : Equations du second degré, Théorie anthropologique du didactique, Leçons vidéo, Youtube Edu.

Equações do segundo grau em videoaulas: uma análise praxeológica no YouTube Edu.

A motivação pela qual realizamos este estudo surge das experiências pessoais e profissionais. Encontramos no trabalho de conclusão de curso (SILVA, 2016) relatos de algumas experiências em que havia uma prática comum entre alguns licenciandos: a busca por materiais de apoio didático com o intuito de reforçar o que foi visto durante a aula presencial, ou seja, um material de suporte ao estudo visto em sala. Dentre os materiais procurados, o que mais nos chamava atenção era a busca por videoaulas disponibilizadas num site de compartilhamento de vídeos, a saber: o YouTube. Essa prática era comum entre a maioria dos estudantes dos mais diferentes níveis de ensino.

Ainda no referido TCC (SILVA, 2016), foi investigado as condições e restrições na construção de videoaulas numa disciplina eletiva do curso de Licenciatura em Matemática de uma universidade pública do agreste pernambucano. Como suporte teórico do trabalho, utilizou-se a Teoria Antropológica do Didático – TAD, proposta por Chevallard (1999). Em relação aos resultados encontrados no trabalho, a autora identificou as seguintes condições: possibilidade de escolha; atemporalidade; material de suporte; facilidade de acesso e a opção de poder assistir ao recurso videoaulas quantas vezes fosse necessário. Já em relação às restrições, os participantes do TCC mencionaram problemas técnicos e alguns conteúdos não confiáveis que este material pode apresentar, também citaram a dificuldade na produção desse recurso, desde o planejamento até a utilização de alguns softwares desconhecidos.

Outro fator inquietante relatado nessa pesquisa de TCC (SILVA, 2016) que contribuiu para o surgimento deste estudo, foi a postura de muitos professores em suas práticas docentes, estes indicavam livros e materiais impressos para que os estudantes pudessem sanar suas dúvidas ou utilizá-lo como material de apoio ao que era explanado nas aulas. Partindo dessas vivências, era comum ouvir questionamentos de estudantes na universidade, como por exemplo: Por que os professores não indicam canais/sites de videoaulas sobre o determinado

tema? Não seria mais fácil assistir a videoaulas do que reforçar o conteúdo por materiais impressos? Alguém conhece um canal confiável sobre o que conteúdo que estamos estudando?

Cabe ressaltar que, enquanto docente da Educação Básica, também nos deparamos com estudantes solicitando canais do YouTube considerados confiáveis que abordam alguns conteúdos estudados em sala, para que assim, eles pudessem revisar em um momento extraclasse o que estávamos estudando.

No ano de 2015 tivemos uma experiência no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência - PIBID³, nesse projeto interdisciplinar proposto pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), aprendemos a produzir videoaulas utilizando algumas mídias digitais, sendo esse material disponibilizado no site de compartilhamento de vídeos YouTube, para que assim os alunos participantes do PIBID pudessem revisar e/ou reforçar o que discutíamos nos encontros presenciais do Programa.

Ao observar o uso dessas videoaulas pelos alunos do PIBID, percebemos que eles utilizavam esses materiais sem dificuldades e quando sentiam necessidade, recorriam a atemporalidade e a facilidade de acesso deste recurso. Após a experiência com o PIBID, ofertamos uma oficina no 3º EMAP (Encontro de Matemática do Agreste Pernambucano) e a partir das opiniões e questionamentos dos participantes essa oficina foi estendida, tornando-se um projeto de pesquisa.

Após essas experiências na graduação e no TCC (SILVA, 2016), surgiu a inquietação de desenvolver um trabalho de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ensino em Ciências e Matemática (PPGECM) da UFPE/CAA, dando origem a este estudo, o qual traz uma análise de videoaulas sobre as equações do 2º grau da plataforma YouTube Edu, conforme citado anteriormente.

³ O programa oferece bolsas de iniciação à docência aos alunos de cursos presenciais que se dediquem ao estágio nas escolas públicas e que, quando graduados, se comprometam com o exercício do magistério na rede pública.

A escolha pelo conteúdo de equações do 2º grau surgiu em nossas experiências enquanto docentes. Ao explicar este conteúdo nos anos finais do Ensino Fundamental, foi percebido que muitos alunos questionavam sobre o motivo de estudarmos aquele conteúdo, qual a aplicabilidade das equações do segundo grau em nosso dia a dia, como descobriram a fórmula resolutive para estas equações e dúvidas sobre os métodos de resolução desse tipo de equação. Os alunos também procuravam videoaulas no YouTube para sanar suas dúvidas, muito embora eles possuíssem livros didáticos. Diante desses fatos, pensamos em analisar materiais existentes no site de compartilhamento de vídeos Youtube Edu.

Inicialmente, realizamos uma revisão de literatura e em nosso levantamento, realizado no Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, obtivemos 12 dissertações (LYRIO, 2013; PONTES, 2013; MACEDO, 2015; SILVA, 2015; PATRIARCA, 2016; WARTCHOW, 2017; HONÓRIO, 2017; MORAIS, 2017; OLIVEIRA, 2017; FARIA, 2017; SILVA, 2018 e SOUTO, 2019) que exploraram o recurso videoaulas em seus estudos. Porém, nenhum deles analisou o recurso didático videoaula tendo como aporte teórico a TAD.

Dessa forma, este estudo traz uma abordagem acerca da seguinte problemática: Quais as praxeologias matemáticas e os objetos ostensivos que são mobilizados em videoaulas do objeto Equação do 2º grau em videoaulas disponibilizadas no site de compartilhamento de vídeos Youtube Edu e como elas se comportam neste recurso didático?

Desse modo, o presente estudo é um recorte do nosso trabalho de mestrado, sendo assim, o objetivo principal explorado neste estudo analisar as praxeologias matemáticas - os subtipos de tarefas, as técnicas, as tecnologias e as teorias -, bem como, identificar os objetos ostensivos presentes em videoaulas sobre equações do segundo grau no Youtube Edu.

Para alcançar o objetivo delineado, apresentamos na fundamentação teórica a base utilizada como norte para realização deste estudo, a saber: a Teoria Antropológica do Didático

(CHEVALLARD, 1999). Não iremos adentrar em todos os aspectos da TAD, mas, daremos enfoque à noção de praxeologia e de objetos ostensivos, visto que são os objetos de análise. Na segunda parte do referencial teórico apresentamos alguns aspectos praxeológicos das equações do segundo grau encontrados em estudos de referência brasileira. Em seguida, demarcamos o percurso metodológico, trazendo a caracterização e justificativa deste estudo. Por fim, dedicamos a análise dos dados e discussão dos resultados encontrados.

Teoria antropológica do didático

A Teoria Antropológica do Didático (TAD) é uma teoria que tem seu surgimento no campo da Didática da Matemática, suas primeiras discussões surgiram no final da década de 1980 e contou com alguns colaboradores. Idealizada pelo pesquisador francês Yves Chevallard, a TAD deve “ser encarada como um desenvolvimento e uma articulação das noções cuja elaboração visa permitir pensar de maneira unificada um grande número de fenômenos didáticos, que surgem no final de múltiplas análises” (Chevallard, 1998, p. 92). Sendo uma expansão da ideia de Transposição Didática (TD), a TAD ocupa uma importante posição em trabalhos no campo da Didática, seja na área da Matemática, como em outras áreas do conhecimento.

A Teoria das Situações Didáticas (TSD) desenvolvida por Guy Brousseau, também contribuiu para o desenvolvimento da TAD. No Brasil, existem muitas pesquisas e pesquisadores em Educação e Educação Matemática trabalhando com a TAD. Segundo Almouloud (2007), a TAD contribuiu para a Didática da Matemática através de elementos que revelam com clareza a discussão relacionada ao ensino e aprendizagem das praxeologias matemáticas, sendo capaz de analisar o sistema didático, em especial, os objetos nele existentes. Por isso, a escolha dessa teoria para embasar esta pesquisa.

Para que fosse possível compreender a ideia de praxeologia e dos objetos ostensivos foi necessário trazer primeiramente algumas noções fundamentais da teoria. Iniciamos

explicitando três conceitos primitivos proposto por Chevallard (2009): os objetos O, as pessoas X e as instituições I, mais adiante acrescentamos a definição objetos ostensivos.

O objeto, denominado de objeto O, toma uma posição de privilégio, uma vez que é a base para a construção da teoria, a qual para Chevallard (2009, p. 1) “é objeto toda entidade material ou imaterial, *que existe ao menos para um indivíduo*”, podemos considerar como objeto um celular, um sonho, a ideia que temos de fidelidade, o conceito matemático de probabilidade, até mesmo uma pessoa pode ser considerada como um objeto, entre outras possibilidades. Podemos concluir com isso que “toda obra, isto é todo produto intencional da atividade humana, é um objeto” (CHEVALLARD, 2009, p.1).

Segundo Bessa de Menezes (2010), o objeto O irá existir quando for reconhecido pelo menos por uma pessoa X ou por uma instituição I. Quando uma pessoa X reconhece um objeto O este objeto acaba existindo e como consequência teremos uma relação pessoal X com o objeto O, a qual denotaremos pela dupla R (X, O). Quando o objeto existe por uma instituição, teremos uma relação institucional de I com o objeto O, a qual denotaremos pela dupla R(I,O). E ainda, segundo Araújo (2009):

A relação pessoal de um indivíduo X com um objeto O, outro conceito primitivo da TAD, é definida como o conjunto formado por todas as interações que X pode ter com o objeto O, indicadas por R (X, O). Assim, pode-se dizer que um objeto O existe para um indivíduo X se a relação pessoal de X com O é não vazia, ou seja, se $R(X, O) \neq \emptyset$. Assim, segundo Chevallard, R (X, O) indica com exatidão a maneira como um indivíduo X conhece um objeto O (ARAÚJO, 2009, p.32)

Agora faz-se necessário definirmos o que seriam as instituições. Segundo Chevallard (2009) “uma instituição I é um dispositivo social, “total”, que certamente pode ter pequenas extensões no espaço social”, Chevallard (1996, p.129) ainda percebe que Instituição “pode ser quase tudo o que quer que seja. Uma escola é uma instituição, tal como é uma sala de aula; mas existe igualmente a instituição <trabalhos orientados>, a instituição <curso>”. Em nossa pesquisa assumiremos que o YouTube Edu é uma instituição social, pois, como aponta

Chevallard, uma instituição determina aos seus sujeitos modos de pensar, resolver e fazer que são de próprias de cada tipo de instituição; e o Youtube Edu impõe esses modos diante das condições e das restrições próprias a um canal de acesso pela internet.

Outro conceito primordial da TAD, o de pessoa, pode ser apresentado em alguns momentos, ora indivíduo, ora sujeito ou pessoa. O momento mais primitivo é o de indivíduo, pois, as relações que este possui com objetos e instituições não sofre modificações, nem se sujeita, é invariante, logo, o que muda é a pessoa que possui relações pessoais com objetos.

Para o indivíduo se tornar sujeito de uma instituição, ele relaciona-se com uma instituição I qualquer, ou seja, a partir do momento em que se sujeita as formas, hábitos e demandas de uma instituição I este ser acaba então, se sujeitando a instituição. Já a pessoa é constituída a partir das várias relações que o indivíduo possui com instituições distintas, ou seja, “o conjunto de sujeitos do indivíduo é que forma a pessoa X, a qual irá mudando conforme estabelece suas relações com as instituições, as quais torna conhecimento com o passar do tempo” (BESSA DE MENEZES, 2010, p.73)

Quando um objeto O existe para uma pessoa X numa instituição I dizemos que este objeto é chamado de objeto institucional. A pessoa X ao entrar numa instituição I começa a ter uma relação com o objeto O, esta acaba sendo influenciada pela relação institucional. Além disso, a relação da pessoa X com o objeto O pode se alterar ou se construir mediante a relação da instituição I com o objeto O e por trás dessa relação existe um contrato institucional, o qual denominaremos de C.

Em nosso estudo, realizamos uma análise praxeológica do objeto videoaulas sobre equações do segundo grau da instituição social YouTube Edu. Ainda continuando com nossas considerações sobre a TAD, surge então o seguinte questionamento sobre o que seria a relação institucional a um objeto O, denotada pela dupla $R(I,O)$: Como os objetos O se relacionam com a instituição I? Segundo Chevallard (2009):

Dado um objeto o , uma instituição I , e uma posição p em I , chamamos de *relação institucional* a posição p , e denotamos $RI(p, o)$, a relação ao objeto o , que deveria ser, de maneira ideal, a dos sujeitos de I na posição p . Dizer que x é um bom sujeito de I em posição p , é dizer $R(x; o) @ RI(p; o)$, onde o símbolo @ indica a *conformidade* da relação pessoal de x à relação institucional a posição p . (CHEVALLARD, 2009, p.2)

A relação do objeto O com a instituição I se dá através de suas características próprias, por exemplo, a função do segundo grau para uma instituição financeira pode representar um lucro máximo ou mínimo, enquanto para um físico pode representar a altura máxima atingida por um corpo. Portanto, o objeto pode admitir formas distintas de se relacionar, podendo ser extinto, evoluir ou até mesmo ser modificado com o decorrer do tempo. Araújo (2009, p.34) também faz essa ressalva quando menciona que “um objeto O pode se desenvolver diferentemente em instituições diferentes, bem como mudar (evoluir, envelhecer ou desaparecer) ao longo do tempo em uma determinada instituição”.

Sobre a praxeologia matemática (PM), segundo Rodrigues (2019)

Na PM, temos uma organização matemática (OM) que está relacionada com a construção Matemática ligada às situações didáticas; e, na PD, temos a organização didática (OD), nas quais são organizações que fazem a transposição das OM para fins didáticos. O conjunto de organizações (OM e OD) permite analisar a prática durante as situações de ensino e aprendizagem. (RODRIGUES, 2019, p.40)

Para a análise praxeológica em torno do objeto videoaulas sobre equações do segundo grau, da instituição social YouTube Edu, necessitamos compreender a noção de praxeologia. A noção de praxeologia assume um papel primordial na TAD e generaliza diferentes noções culturais frequentes (CHEVALLARD, 2009), por exemplo, concepções, competências, etc. A praxeologia ou organização praxeológica pode ser entendida como a realização de um certo tipo de tarefa (T) de acordo com um modo de fazer chamado de técnica (t), segundo Chevallard (1999).

A praxeologia é composta por um certo tipo de tarefa T que é conduzida pelo emprego de uma ou de mais técnicas τ , constituindo um bloco prático-técnico, o saber fazer. Em relação

as técnicas, estas são ancoradas por uma tecnologia θ e tem como justificativa uma teoria Θ , ou por um bloco chamado tecnológico-teórico (RODRIGUES, 2019).

Como exemplo disso, temos o seguinte tipo de tarefa: encontre o valor de x na equação $2x^2 - 8x = 0$. Para resolver essa tarefa podemos utilizar a seguinte técnica: primeiramente fatoramos a expressão, colocando em evidência o fator comum, nesse caso o x , e ficaríamos com $x(2x - 8) = 0$. Em seguida, igualamos os termos a zero e transpomos os termos invertendo as operações, obtendo $x = 0$ e $2x - 8 = 0 \therefore x = 4$. Essa técnica utilizada tem como justificativa tecnológica a propriedade distributiva da multiplicação, a propriedade do produto nulo e as propriedades das operações inversas em \mathbb{R} (conjunto dos números reais) ou leis da transposição de termos.

Para analisarmos as praxeologias matemáticas presentes nas videoaulas foi considerado o seguinte questionamento: *Quais as técnicas utilizadas na resolução das tarefas do tipo: resolver uma equação do 2º grau presentes em videoaulas da instituição YouTube Edu?*

Denominamos de praxeologia matemática toda realidade que nos ajuda a resolver um tipo de tarefa matemática. Logo, ela é constituída de tipos de tarefas (T) matemáticas realizadas, de técnicas τ matemáticas explicadas, de tecnologias θ justificadas e de teorias Θ , que são os objetos matemáticos em estudo ou em construção. (ARAUJO, 2009, p.39)

Um professor ou pesquisador que deseja determinar e caracterizar as praxeologias matemáticas de um certo objeto matemático a partir de análise de livros didáticos (LD), programas ou documentos oficiais, este, segundo Chevallard (1997), deve descrever com precisão os conteúdos matemáticos e os tipos de tarefas dessa área junto com a(s) técnica(s), a tecnologia e a teoria.

Tomamos como exemplo de tipo de tarefa a seguinte questão: “Como resolver uma equação do segundo grau?” Nessa tarefa, é necessário que o pesquisador, pense e tente responder aos seguintes questionamentos em relação a atividade praxeológica:

- Os tipos de tarefas são claros e bem identificados? Eles são representativos? Eles são pertinentes em relação às necessidades matemáticas? As razões de ser desses tipos de tarefas estão bem explicitadas?
- As técnicas propostas são efetivamente elaboradas? Elas são fáceis de utilizar? Seu campo de ação é abrangente? Elas são suficientemente inteligíveis? Elas poderão evoluir?
- O enunciado do problema é bem colocado? Ele é considerado como evidente, natural ou bem conhecido? As formas tecnológicas de justificação utilizadas são próximas das *formas-padrão* em matemática? Elas são adaptadas às suas condições de utilização? Os resultados tecnológicos disponibilizados são efetiva e otimamente explorados?
- Os elementos teóricos são explicitados? O que eles permitem esclarecer? O que eles permitem justificar? (ARAUJO, 2009, p.40)

A outra ação docente se trata de como dirigir uma determinada praxeologia matemática, no nosso caso, para o Youtube Edu, mas poderia ser para a sala de aula, por exemplo. Em suma, se trata de como fazer a transposição da realidade matemática para a realidade didática. Sendo assim, podemos pensar no exemplo o qual mencionamos anteriormente: “Como resolver uma equação do segundo grau?”, e agora pensar o seguinte: “Como ensinar a resolver uma equação do 2º grau?”. A resposta para esta nova questão pode ser elaborada a partir de um novo tipo de praxeologia, chamada de praxeologia didática, a qual não iremos adentrar no presente estudo.

Para ajudar a entender a técnica, Chevallard (1994) propõe dois tipos de objetos: os ostensivos e não ostensivos. Os elementos que podem se manifestar materialmente através de uma manipulação ou podem ser reconhecidos de alguma forma são denominados de *ostensivos*. Portanto, os desenhos que construímos, gestos, símbolos, gráficos e tudo que podemos manipular no sentido até mais amplo (olhar, falar, gesticular, etc) são de ordem ostensiva (CHEVALLARD, 1994).

Os não ostensivos, diferentemente dos ostensivos, não podem ser manipulados e sim evocados pela manipulação dos ostensivos. O não ostensivo “juros simples”, por exemplo, é

evocado quando tratamos de manipular o ostensivo algébrico $J = c.i.t$, ou seja, é necessária esta dialética. Cavalcante (2018) também traz uma distinção dos objetos ostensivos dos não ostensivos, ressaltando que:

Quando evocamos o conceito de probabilidade associada como medida de chance, a representação $P(A) = \frac{n(A)}{n(S)}$, em que A corresponde a um evento ou subconjunto do espaço amostral S, estão em jogo objetos ostensivos (a representação simbólica, a própria palavra “probabilidade”), mas também objetos não-ostensivos, como a ideia de evento, espaço amostral, quociente noção de probabilidade. (CAVALCANTE, 2018, p.138)

Equações do segundo grau

Em nossa análise, a qual detalhamos mais adiante, consideramos que no objeto videoaulas sobre equações do segundo grau da instituição YouTube Edu, o indivíduo que busca por esse objeto, pretende compreender como “*resolver uma equação do segundo grau*”.

Consideramos a tarefa: *Resolver uma equação do segundo grau*, um tipo de tarefa muito abrangente, visto que as equações do segundo grau podem aparecer de diversas formas. Então, no intuito de realizarmos uma análise mais rica, desenvolvemos subcategorias dos tipos de tarefas, as quais denominamos por “subtipos de tarefa”, tendo em vista o trabalho feito por Bessa de Menezes (2010) baseado no que Chevallard (1988;1999) discute. A seguir, apresentamos um Tabela que resume as categorias dos subtipos de tarefas encontradas nos trabalhos de Bessa de Menezes e Almeida (2016):

Tabela 1.

Categorias de subtipos de tarefas para análise nas videoaulas (Os autores, 2021)

Categorias de subtipos de tarefa
T₁: $ax^2 + c = 0$
T₂: $ax^2 + bx = 0$
T₃: $(ax + c)^2 = 0$
T₄: $(x + a) \cdot (x + b) = 0$
T₅: $(x + a) \cdot (x + b) = ab$
T₆: $(x + a)(x + b) = (a + b)x + c$
T₇: $\frac{(acx+b)}{c} + dx^2 = ax + f$
T₈: $ax^2 + bx + c = 0$

T₉: $ax^2 + bx + c = d$
T₁₀: $(x + a) \cdot (x + b) = cx + d$
T₁₁: $(x + a) \cdot (x + b) = c$

Podemos observar na tabela 1, que foram distinguidos 11 (onze) subtipos de tarefas enumerados de T₁ até T₁₁. Contudo, os subtipos de tarefas T₁ a T₈ foram encontrados no trabalho de Bessa de Menezes (2010). Além desses subtipos, Almeida (2016) encontrou em seu trabalho os subtipos T₉, T₁₀ e T₁₁, mas, discordando de Bessa de Menezes (2010), este, considerou que os subtipos de tarefas **T₈ - T₉**, **T₂ - T₁₁** e **T₂ - T₁₀** ao sofrerem alterações, chegavam a uma mesma forma canônica, sendo assim, Almeida (2016) considerou apenas 4 tipos de tarefas: a **T₁**, **T₂**, **T₃** e **T₄**. Em nosso trabalho, consideramos a tarefa: *Resolver uma equação do 2º grau* e os subtipos tarefas mencionados no Tabela acima, encontrados em pesquisas anteriores.

Metodologia

Trata-se de uma pesquisa qualitativa (MINAYO, 2002) exploratória do tipo documental (GIL, 2010). A pesquisa foi realizada no site de compartilhamento de vídeos YouTube, especificamente na plataforma Youtube Edu. A escolha por essa plataforma se deu pelo fato do grande alcance que esta possui no contexto contemporâneo, uma vez que os vídeos desta plataforma tiveram mais de 22 milhões de visualizações pelos usuários. Além disso, o Youtube é o site de compartilhamento de vídeos mais acessado no mundo, sem contar na familiaridade que muitos estudantes possuem com esse recurso.

Num **primeiro momento** realizamos um levantamento dos canais da plataforma YouTube Edu. Foram encontrados 98 (noventa e oito) canais, abordando diversas disciplinas e conteúdos. Após o levantamento, visitamos as páginas de todos esses canais, uma a uma, com a finalidade de selecionarmos aquelas que tivessem como objetivo videoaulas voltadas especificamente para Matemática. Uma vez que o nosso objeto de estudo, as equações do 2º grau, possivelmente estariam presentes nesses canais. Num **segundo momento**, realizamos

uma verificação a priori, dos canais específicos de Matemática, pois, como ressaltamos anteriormente, nosso objeto de análise possivelmente estaria presente nesses canais. Ao realizarmos a verificação sobre os canais específicos de Matemática, nos deparamos com 18 (dezoito) canais, os quais ordenamos pelo número de inscritos em cada canal.

Seguindo a ordem de canais por números de inscritos, realizamos num **terceiro momento** uma verificação do objeto Equação do 2º grau no canal com maior número de inscritos e no canal com menor número de inscrições, denominamos estes canais de: *canal A* e *canal B*, respectivamente. Escolhemos estes canais pela quantidade de pessoas inscritas, o primeiro com mais pessoas e o último com menos pessoas, pois, esse fator refletia no alcance que os canais possuíam dentro da plataforma Youtube Edu.

Ainda no **terceiro momento**, realizamos a busca do nosso objeto, Equação do 2º grau, nos canais mencionados no parágrafo anterior. Utilizamos a palavra-chave: “Equação do 2º Grau”. No *canal A* encontramos 19 (dezenove) videoaulas abordando este assunto, já no *canal B* encontramos 5 (cinco) videoaulas sobre este conteúdo. Em seguida, realizamos uma análise inicial das videoaulas, verificando os subtipos de tarefas que estas apresentavam. No **quarto momento**, assistimos a todas as videoaulas e identificamos inicialmente os subtipos de tarefas presentes nelas. No **quinto momento**, selecionamos então, aquelas videoaulas que apresentavam subtipos de tarefas em comum em ambos os canais, assim selecionamos as videoaulas para análise de acordo com os seguintes critérios:

- Critério 1: **Subtarefas em comum**: Optamos pelas videoaulas que apresentaram o(s) mesmo(s) subtipo(s) de tarefa(s) em todo o vídeo, pois, poderíamos fazer um melhor comparativo de ambos canais na análise praxeológica;
- Critério 2: **Tempo de duração**: Selecionamos pares de videoaulas que possuíam um tempo de duração maior na tentativa de obtermos informações mais ricas em nossas análises.

Utilizando desses dois critérios, encontramos apenas o subtipo de tarefa **T₈** ($ax^2 + bx + c = 0$), comum a ambos os canais e que foi explorado em todo o vídeo. Em relação ao tempo de duração, pudemos selecionar dois pares de videoaulas para análise de acordo com os critérios. No **sexto e último momento**, após a seleção das videoaulas partimos para a análise, que destacamos abaixo.

Análise e discussão dos dados

Nesta seção, apresentamos os resultados das análises de nossa investigação a partir do referencial teórico adotado. Para tanto, traremos as análises praxeológicas do objeto videoaulas sobre equação do segundo grau da instituição YouTube Edu.

Nos utilizamos de alguns critérios de análise, no que se refere a praxeologia matemática (organização matemática), tais como: os tipos e subtipos de tarefas, as técnicas, a tecnologia e a teoria presente nas videoaulas. Os elementos da organização matemática serviram como norteadores para análise das videoaulas dos canais dos professores youtubers.

Como discutimos em nosso referencial teórico, para Chevallard (1999), na TAD toda atividade humana pode ser definida pela ideia de praxeologia, que está fundamentada nos conceitos de tipos de tarefas a serem realizadas, das técnicas utilizadas para a execução dessas tarefas, das tecnologias que justifiquem as técnicas e das teorias que justificam/explicam as tecnologias. Quando desejamos descrever uma atividade matemática a partir dessa perspectiva, temos então uma praxeologia matemática ou organização matemática.

Análise das videoaulas do canal A

Na **videoaula 1** do canal A, o professor começa a aula trazendo duas relações entre os coeficientes e as raízes das equações do segundo grau, estas são chamadas por ele de: soma e produto das raízes. Ele apresenta as duas relações, mas não as demonstra. Em seguida, o professor lembra que os valores de a , b e c são os que devem ser substituídos nessas relações e estes são os coeficientes da equação do segundo grau dada. Ele continua a videoaula,

ressaltando que numa equação do segundo grau do tipo completa $ax^2 + bx + c = 0$ o valor do “a” é sempre o número que acompanha o x^2 , o “b” é o número que acompanha o x e “c” o termo independente da equação.

O subtipo de tarefa presente em toda videoaula é a mesma, a saber: **T₈**: $ax^2 + bx + c = 0$. No primeiro encontro com esse subtipo de tarefa, a técnica utilizada pelo professor é a de soma e produto das raízes (**T_{SP}**).

Posteriormente, na videoaula 1, o professor do canal A substitui os valores dos coeficientes nas relações de Girard (soma e produto das raízes) e realiza o cálculo mentalmente, não fazendo menção de que nesse tipo de tarefa poderia ser utilizado uma técnica secundária, por exemplo, utilizar do sistema de equações com duas incógnitas. Essa falta de informação foi registrada por um usuário ao comentar no vídeo “*não é mais fácil transformar a soma e o produto em um sistema de equações?*”, o usuário não obteve respostas do canal A.

Sequencialmente, no segundo exemplo da videoaula 1 do canal A, é explorado um mesmo subtipo de tarefa, a **T₈**, apresentada na seguinte forma: $3x^2 - 6x + 5 = 0$. O professor youtuber, utiliza da mesma técnica citada no exemplo anterior (**T_{SP}**). Ele não chama atenção a situação do “a” ser diferente de 1, o que deixa a entender que a soma e produto resolve facilmente a qualquer equação do segundo grau. Ao final do vídeo, o professor resolve alguns exemplos com problemas contextualizados envolvendo as equações do segundo grau. Antes de resolver esses problemas o professor ressalta que os problemas que serão resolvidos são do subtipo de tarefa: *Resolver uma equação do segundo grau* e estes deverão ser resolvidos por meio das técnicas: **τ_{BAS}** (Fórmula de Bháskara) e **τ_{SP}** (Soma e Produto das raízes).

Ainda na videoaula 1 do canal A, podemos verificar o uso da **τ_{BAS}** para resolver a **T₈** ($ax^2 + bx + c = 0$), como mostra os registros da figura 1 abaixo. Há utilização de técnicas secundárias, como por exemplo: o desenvolvimento ou redução de expressões (**τ_{DRE}**), a transposição de termos ou coeficientes e a inversão das operações (**τ_{TTC}**).

O produto da idade de Pedro pela idade de Augusto é igual a 374. Pedro é 5 anos mais velho do que Augusto. Quantos anos tem cada um deles?

$$\begin{cases} P \cdot A = 374 \rightarrow (A+5) \cdot A = 374 \\ P = A+5 \end{cases} \Rightarrow 1A^2 + 5A - 374 = 0$$

$a=1$ $\Delta = b^2 - 4 \cdot a \cdot c$
 $b=5$ $\Delta = 5^2 - 4 \cdot 1 \cdot (-374)$
 $c=-374$ $\Delta = 25 + 1496$
 $\Delta = 1521$

$A = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a}$ $\Delta = \frac{-5 \pm \sqrt{1521}}{2} = \frac{-5 \pm 39}{2}$

$A_1 = 17 \text{ anos}$
 $A_2 = -22 \text{ anos}$

$374 \times 4 = 1496$
 $30 \cdot 30 = 900$
 $40 \cdot 40 = 1600$
 $37 \cdot 37 = 1369$
 $39 \cdot 39 = 1521$

Figura 1.

Registro do uso da técnica τ_{BAS} na videoaula 2 do canal A (Autoria Própria, 2021)⁴

Observando alguns registros da videoaula 1 do canal A, observamos então, a presença de alguns ostensivos: os algébricos e numéricos. Os ostensivos algébricos são evidenciados no desenvolvimento do cálculo da resolução da equação, esta por sua vez, ao se utilizar da técnica τ_{SP} faz-se uso dos ostensivos numéricos quando utiliza da soma e do produto para encontrar então, os resultados que satisfazem as duas condições das relações de Girard.

Consideramos também, como ostensivos tecnológicos de edição⁵ utilizados pelo professor youtuber na produção desta videoaula. Pudemos perceber os ostensivos: mesa digitalizadora, software de edição de áudio/vídeo e um microfone condensador, pois não possui nenhum ruído do ambiente em que foi gravado.

Sobre esses ostensivos tecnológicos de edição, um dos usuários que assistiu a videoaula mostrou curiosidade em saber acerca destes utilizados pelo professor. Podemos comprovar na fala a seguir:

⁴ Optamos por fazer a reprodução dos registros da videoaula, pois, apesar de públicas (possuem acesso livre no YouTube Edu), quisemos preservar a identidade dos autores.

⁵ Apontamos como ostensivos tecnológicos de edição os recursos tecnológicos utilizados pelo produtor do vídeo na edição da videoaula.

Usuário 1: Qual programa você usa para gravar suas aulas, faz um tutorial pra gente aí, com dicas da mesa digitalizadora, e esse programa que vc aparece durante a apresentação.

Os objetos ostensivos evidenciados nesta videoaula são comandados pelos objetos não ostensivos, isto é, por meio da noção de equação do segundo grau, da adição e multiplicação de números inteiros. Percebemos também que na prática do professor, ele resolve os tipos de tarefa se utilizando de uma técnica, muito embora em sua fala deixe claro que para resolver aquele tipo de tarefa poderia ser utilizada uma outra técnica também. Realizamos um Tabela que sintetiza a praxeologia matemática evidenciada na primeira videoaula analisada do canal A.

Tabela 2.

Síntese da praxeologia matemática em torno do subtipo de tarefa T_8 da videoaula 1 do canal A (Os autores, 2021)

Tipo de tarefa: <i>Resolver uma equação do segundo grau.</i>		
Subtipo de tarefa	Técnicas	Entorno tecnológico-teórico
$T_8: ax^2 + bx + c = 0$	<p>τ_{BAS}: Fórmula de Bháskara</p> <p>τ_{SP}: Soma e produto das raízes.</p> <p>τ_{DRE}: Desenvolver ou reduzir expressões.</p>	<p>θ_{POI}: Propriedade das operações inversas em IR (conjunto dos números reais) ou leis da transposição de termos.</p> <p>θ_{PR}: Propriedade da radiciação.</p>

A partir da praxeologia matemática evidenciada na videoaula 1 do canal A pudemos identificar uma técnica ainda não havia sido explorada nos trabalhos de Bessa de Menezes (2010) e Almeida (2016), a técnica τ_{SP} (soma e produto das raízes). Porém, ao analisarmos a praxeologia matemática do professor, percebemos que este não resolveu nenhuma tarefa utilizando das τ_{SP} e τ_{BAS} simultaneamente, para mostrar a quem assiste o comportamento dessas

técnicas no mesmo tipo de tarefa: *Resolver equações do segundo grau*. Este fato, pode gerar dúvidas por parte de quem assiste. Cabe ressaltar que o professor youtuber não indica a propriedade dos números reais em seu discurso tecnológico, essa atividade fica a cargo do público.

Na segunda videoaula analisada do *canal A*, é explorada a tarefa resolver uma equação do segundo grau numa questão de vestibular, no qual, em seu processo de resolução, recai a uma equação do segundo grau do subtipo de tarefa **T₈**: $ax^2 + bx + x = 0$. O professor apresenta a questão de vestibular, esta contextualizada, em seguida, realiza a interpretação do problema e sua resolução. No momento de resolução do subtipo de tarefa **T₈**: $ax^2 + bx + x = 0$, o professor utiliza da técnica **τ_{BAS}** para resolver a equação, não mencionando, por exemplo, a possibilidade de outras técnicas para resolução deste tipo de tarefa. Observamos que, essa ação do professor ao privilegiar a técnica **τ_{BAS}** induz a não utilização de outras técnicas, uma vez que a existência de uma fórmula que permite resolver qualquer tipo de equação do segundo grau pode acarretar esse cenário e isso pode provocar um descompasso entre o trabalho do professor em sala de aula e o estudo por meio do recurso videoaulas.

Os objetos ostensivos presentes nessa videoaula foram: os ostensivos algébricos, estes utilizados em todo o processo do cálculo algébrico de resolução da tarefa. Evidenciamos também os ostensivos tecnológicos de edição: editor de vídeo, mesa digitalizadora e microfone condensador. Nos comentários dessa videoaula, nenhum usuário escreveu algo relacionado aos ostensivos tecnológicos de edição, mas, em relação aos ostensivos algébricos muitos relataram dúvidas em relação a estes ostensivos e ficaram sem respostas do canal A. Ressaltamos que os coeficientes das equações abordadas nesta videoaula eram todos inteiros.

Outro ostensivo utilizado pelo professor youtuber foi a calculadora, este sendo utilizado para realizar algumas operações no processo algébrico de resolução da equação. Em se tratando

dos objetos não ostensivos, estes foram evidenciados por meio da noção de equação do segundo grau.

(Ueg) O dono de uma lanchonete comprou uma certa quantidade de sanduíches naturais por R\$ 180,00 e vendeu todos, exceto seis, com um lucro de R\$ 2,00 por sanduíche. Com o total recebido, ele comprou 30 sanduíches a mais que na compra anterior, pagando o mesmo preço por sanduíche. Nessas condições, o preço de custo de cada sanduíche foi de:

a) R\$ 6,00
b) R\$ 5,00
c) R\$ 3,00
d) R\$ 2,00

$$V = \left(\frac{180}{n}\right)$$

$$(n-6) \cdot (V+2) = (n+30) \cdot V$$

$$(n-6) \cdot \left(\frac{180+2n}{n}\right) = (n+30) \cdot \frac{180}{n}$$

$$(n-6) \cdot \left(\frac{180+2n}{n}\right) = (n+30) \cdot \frac{180}{n}$$

$$180n + 2n^2 - 1080 - 12n = 180n + 5400$$

$$2n^2 - 12n - 6480 = 0 (\div 2)$$

$$1n^2 - 6n - 3240 = 0$$

$a=1$ $\Delta = b^2 - 4 \cdot a \cdot c$
 $b=-6$ $\Delta = (-6)^2 - 4 \cdot 1 \cdot (-3240)$
 $c=-3240$ $\Delta = 36 + 12960$
 $\Delta = 12996$
 $n = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2 \cdot a} = \frac{6 \pm 114}{2}$
 $n_1 = 60$ $n_2 = -54$

Figura 2.

Registro da técnica T_{BAS} utilizada para resolver o subtipo de tarefa $ax^2 + bx + c = 0$. (Autoria Própria, 2021)

A partir da Figura 2 acima, podemos observar os ostensivos presentes nessa videoaula, bem como, a partir da análise da praxeologia matemática evidenciada no vídeo, desenvolvemos um Tabela que sintetiza as ideias da videoaula 2 do canal A. Onde foi observado que há a necessidade de passagem do objeto ostensivo língua natural para o objeto ostensivo algébrico, o que conduz a um sistema não linear de duas equações e duas incógnitas, que não foi considerado no discurso tecnológico-teórico do professor. Como o professor utiliza de mesa digitalizadora, ele poderia ter escrito as noções matemáticas ao lado dos cálculos efetuados. Não há indicação, por parte do professor youtuber, na representação do problema ou por meio da linguagem algébrica, que as equações representadas nas chaves correspondam a um sistema de equações não lineares e o método de resolução do sistema encontrado é o da substituição.

Ainda sobre a Figura 2, observamos que as flechas correspondem à propriedade distributiva da multiplicação em relação à adição. A simplificação do n justifica-se pela propriedade, e assim sucessivamente. Existem não ostensivos que precisam ser evocados pelo

professor e este deixa a cargo dos estudantes que assistem identificar os objetos não ostensivos utilizados na resolução da tarefa.

Tabela 3.

Síntese da praxeologia matemática em torno do subtipo de tarefa T₈ da videoaula 2 do canal A (Os autores, 2021)

Tipo de tarefa: <i>Resolver uma equação do segundo grau.</i>		
Subtipo de tarefa	Técnicas	Entorno tecnológico-teórico
T₈: $ax^2 + bx + c = 0$	T_{BAS}: Fórmula de Bháskara T_{DRE}: Desenvolver ou reduzir expressões.	Θ_{POI}: Propriedade das operações inversas em IR (conjunto dos números reais) ou leis da transposição de termos. Θ_{PR}: Propriedade da radiciação.

Analisando a praxeologia matemática da videoaula 2 do canal A, pudemos identificar uma limitação e privilégio pelo uso de apenas uma técnica, a T_{BAS}. O professor youtuber não menciona para os usuários a possibilidade de uso de outras técnicas. Em relação a técnica utilizada por ele, a T_{BAS}, alguns usuários relataram dúvidas e estes ficaram sem respostas.

A partir da praxeologia matemática realizada pelo professor e pelo feedback dos alunos em relação a videoaula, percebemos que, por mais completa que a videoaula seja, o público pode ficar com dúvidas quanto ao uso de técnicas e elementos tecnológico-teóricos, então, por mais completo que esse recurso didático seja, a ação docente se faz ainda mais necessária.

Análise das videoaulas do canal B

Na **videoaula 1** do canal B, o professor inicia o vídeo apresentando a fórmula resolutive para equações do segundo grau. Ele apresenta então, a fórmula $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ ressaltando que, muito embora aqui no Brasil ela seja conhecida como “fórmula de Bháskara”, um importante matemático indiano do século XII, este não foi o idealizador da fórmula.

Em seguida, o professor youtuber deduz a fórmula resolutive pelo método de completamento de quadrados e posteriormente resolve a cinco tarefas do tipo: *Resolver uma equação do segundo grau*. As cinco tarefas são de um mesmo subtipo, a saber: **T₈**: $ax^2 + bx + c = 0$. Todos os coeficientes das equações são de números inteiros.

O professor utiliza de uma mesma técnica nos subtipos de tarefa. A técnica principal utilizada por ele é a da “fórmula de Bháskara”, ou seja, a **τ_{BAS}**. Há também o uso de uma técnica secundária, a **τ_{DRE}**, esta é utilizada quando o professor desenvolve a expressão da fórmula resolutive para se chegar as soluções das equações.

Em relação ao entorno tecnológico-teórico, este é evidenciado de maneira explícita quando o professor utiliza da propriedade da radiciação e da transposição de termos no desenvolvimento da equação, mas ele não aprofunda, nem retoma a explicação desses elementos tecnológico-teóricos. Realizamos um Tabela sintetizando (Tabela 4) a praxeologia matemática evidenciada na videoaula 1 do canal B.

Tabela 4.

Síntese da praxeologia matemática em torno do subtipo de tarefa T₈ da videoaula 1 do canal B (Os autores, 2021)

Tipo de tarefa: <i>Resolver uma equação do segundo grau.</i>		
Subtipo de tarefa	Técnicas	Entorno tecnológico-teórico
T₈ : $ax^2 + bx + c = 0$	τ_{BAS} : Fórmula de Bháskara τ_{DRE} : Desenvolver ou reduzir expressões.	θ_{POI} : Propriedade das operações inversas em IR (conjunto dos números reais) ou leis da transposição de termos. θ_{PR} : Propriedade da radiciação.

Analisando a praxeologia matemática desta videoaula, pudemos perceber o privilégio da técnica **τ_{BAS}** em todo o vídeo. O professor youtuber não faz menção, nem utiliza de outras

técnicas para resolver o subtipo de tarefa **T₈**: $ax^2 + bx + c = 0$, deixando essa falta de informação e uma certa limitação de resolução para quem assiste a essa videoaula.

A partir da praxeologia matemática, foi possível identificar também alguns ostensivos: o ostensivo “figura”, quando o professor faz uso da figura plana quadrado para demonstrar a fórmula resolutive de “Bhaskara”. Há presença de ostensivos algébricos no processo de resoluções dos exemplos resolvidos quando o professor realiza manipulações algébricas no cálculo das equações.

Em se tratando dos recursos didáticos utilizados pelo professor na produção da videoaula disponibilizada na plataforma YouTube Edu, tornando-a um material público e de livre acesso a quem deseja estudar sobre o conteúdo em questão, verificamos que nesta videoaula os recursos são limitados em: Tabela, giz, filmadora e um microfone ambiente.

Quem assiste ao vídeo percebe a falta de alguns ostensivos tecnológicos de edição na produção dessa videoaula, como por exemplo: um microfone de lapela ou condensador para captura apenas da voz do professor, deixando assim o vídeo sem ruídos do ambiente externo. A falta desse recurso tecnológico pode gerar um desconforto para quem assiste ao vídeo, o barulho do ambiente externo foi criticado por um usuário, ao comentar no vídeo: “*Turma zuadenta!!!*”. Todas as videoaulas analisadas do *canal B* foram gravadas no ecossistema⁶ sala de aula, com limitados ostensivos recursos didáticos e tecnológicos de edição. Os objetos ostensivos evidenciados nesta videoaula são comandados pelos objetos não ostensivos, isto é, por meio da noção de equação e das propriedades da figura plana quadrado.

Na segunda videoaula analisada do *canal B*, o professor inicia a videoaula mostrando a técnica do completamento de quadrados (**τCQ**) para a tarefa: *Resolver uma equação do segundo grau*. O professor inicia a videoaula trazendo a tarefa: Resolver uma equação do segundo grau,

⁶ Entendemos ecossistema como sendo o local onde se desenvolve um determinado sistema que possui uma ecologia própria. (BESSA DE MENEZES, 2010, p.71)

na forma: $x^2 + 2x = 15$. A técnica utilizada por ele nesse exemplo é a τ CQ. O professor desenha a figura plana quadrado e começa a explicar que, a partir da figura plana, a técnica τ CQ pode ser utilizada para resolver a equação do segundo grau.

Na justificativa da técnica, o professor recorre para a parte geométrica, no caso trata-se do esboço da figura. Na parte algébrica, é utilizado a ideia do trinômio quadrado perfeito. Ele faz então, relações das equações do segundo grau com a figura desenhada e o trinômio quadrado perfeito. Essa mesma técnica é utilizada igualmente em cinco exemplos resolvidos pelo professor ao decorrer do vídeo.

Em relação aos objetos ostensivos e não-ostensivos evidenciados nesta segunda videoaula analisada do *canal B*, pudemos identificar o ostensivo figura, sendo feito uso da figura plana quadrado para explorar a técnica τ CQ. Há presença de ostensivos algébricos no processo de manipulação algébrica dos cálculos da equação. Os ostensivos tecnológicos de edição utilizados pelo professor *do canal B* na produção dessa videoaula são os mesmos da primeira videoaula analisada desse mesmo canal. Na produção de ambas as videoaulas foram utilizados os ostensivos: lousa, giz, apagador, microfone e câmera filmadora.

Os objetos ostensivos evidenciados na segunda videoaula são comandados pelos objetos não ostensivos, isto é, por meio da noção de equação do segundo grau, das propriedades da figura plana quadrado e do trinômio quadrado perfeito. Um usuário que assistiu a videoaula 2, do canal B, escreveu um *feedback* sobre a videoaula, apontando que a dinâmica da aula e a metodologia do professor eram boas, mas questionou os ruídos da sala de aula. Através do comentário desse usuário, pudemos identificar há falta de ostensivos tecnológicos de edição na referida videoaula.

O barulho captado na videoaula poderia ser evitado, como comentamos anteriormente, caso o professor tivesse utilizado outros ostensivos tecnológicos de edição ao produzir sua videoaula, como por exemplo, um ostensivo microfone condensador, eliminando assim os

ruídos do ambiente. Para os usuários que assistem a videoaula, há esse desconforto em relação ao áudio. Realizamos um Tabela que sintetiza a praxeologia matemática evidenciada na segunda videoaula do *canal B*.

Tabela 5.

Síntese da praxeologia matemática em torno do subtipo de tarefa T8 da videoaula 2 do canal B. (Os autores, 2021)

Tipo de tarefa: <i>Resolver uma equação do segundo grau.</i>		
Subtipo de tarefa	Técnicas	Entorno tecnológico-teórico
T₈ : $ax^2 + bx + c = 0$	τ_{CQ} : Completar quadrados;	θ_{PI} : Propriedades das operações inversas em \mathbb{R} (conjuntos dos números reais) ou leis da transposição de termos. θ_{PR} : Propriedade da radiciação. θ_{TQP} : Propriedade do trinômio quadrado perfeito.

A partir da praxeologia matemática da segunda videoaula do *canal B*, pudemos identificar um novo elemento tecnológico, a tecnologia θ_{TQP} (propriedade do trinômio quadrado perfeito), justificando a técnica τ_{CQ} . Assim como no *canal A*, o professor do *canal B* também não faz uso simultaneamente de duas técnicas, por exemplo, que permitiria mostrar ao usuário que assiste a possibilidade e comportamento de mais de uma técnica no mesmo tipo de tarefa.

Considerações finais

Em relação aos resultados da nossa pesquisa, encontramos 5 (cinco) subtipos de tarefas nas videoaulas do objeto equações do segundo grau no *canal A*. No canal B também nos deparamos com cinco subtipos de tarefas, mas não foram as mesmas do *canal A*. Partindo dessas observações, analisamos somente aquelas videoaulas que exploravam os subtipos de

tarefas em comum a ambos os canais, sendo assim, após esse refinamento, analisamos as videoaulas em que foram exploradas o subtipo de tarefa $T_8(ax^2 + bx + c = 0)$.

Sobre esse tipo de tarefa T_8 , após a nossa análise praxeológica matemática, pudemos verificar um uso mais recorrente da técnica τ_{BAS} (Fórmula de Bháskara) pelos professores youtubers. Esta técnica foi utilizada em três videoaulas, das quatro que analisamos. Muito embora tenhamos outras técnicas para o subtipo de tarefa T_8 , a técnica T_{BAS} é a mais explorada entre elas. No entorno tecnológico-teórico, tivemos a θ_{PR} (Propriedade da Radiciação) e a θ_{POI} (Propriedade das Operações Inversas) em todas as videoaulas, elas apareceram de forma explícita nos vídeos, porém, em nenhuma videoaula tivemos uma atenção ou retomada a estes elementos tecnológico-teórico por parte dos professores youtubers. Ou seja, seria significativo que os professores dos vídeos indicassem pelo menos a noção ou propriedade que está sendo utilizada por escrito no desenvolvimento da aula (no Tabela ou na mesa digital). Essa atividade é importante para que os estudantes articulem as diferentes noções e propriedades em jogo no desenvolvimento de uma tarefa.

O privilégio pelo uso da técnica T_{BAS} nos chama atenção, uma vez que essa prática realizada pelos professores nos vídeos acarreta numa limitação ao uso de uma única técnica para esse subtipo de tarefa. Além disso, em algumas situações, nem sempre a τ_{BAS} (Fórmula de Bháskara) é a técnica mais econômica e mais fiável na realização da T_8 , uma vez que se trata de uma técnica que pode “simplificar bastante a realização da tarefa” (LUCAS et al, 2014). Quanto aos objetos ostensivos, encontramos os objetos algébricos e numéricos em comum nas videoaulas, mas, em se tratando dos objetos tecnológicos de edição, há uma diferenciação extrema do *canal A* para o *canal B*.

Analisando o comportamento dos ostensivos, em especial dos ostensivos tecnológicos de edição, estes se mostraram importantes para a escolha por parte dos usuários que assistiram

as videoaulas dos canais analisados da plataforma, pois, identificamos uma discrepância significativa entre o número de inscritos/visualizações do canal *A* para o canal *B*.

A partir da metodologia e das análises praxeológicas do nosso trabalho, pudemos concluir que as videoaulas em que o professor youtuber faz uso de mais ostensivos tecnológicos de edição possui um alcance maior dentro da plataforma Youtube Edu e com feedbacks positivos pelos usuários. Além disso, identificamos que as duas videoaulas foram gravadas em ambientes diferentes, dessa forma, é possível que a aparência que este recurso didático se apresenta seja um ponto de escolha dos usuários.

No entanto, os canais não apresentam coisas novas das que são apresentadas em sala de aula. Inferimos que a procura por videoaulas dos canais da plataforma YouTube Edu ocorra devido a disponibilidade de acesso à internet, como também pelo fato de ser um recurso assíncrono, permitindo pausar e rever quantas vezes for necessário ou ainda pelo fascínio que a tecnologia exerce sobre os jovens estudantes, pois os adolescentes se mostram mais disponíveis para entrar em contato com as novidades, sem receio de não aprenderem. Contudo, para a confirmação deste último ponto, nos caberia uma nova investigação trazendo outros campos de conhecimento.

Referências

- Almeida, Fernando Emílio Leite de. O contrato didático e as organizações matemáticas e didáticas: analisando suas relações no ensino da equação do segundo grau a uma incógnita. 305 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2016.
- Almouloud, Saddo Ag. Fundamentos da didática da matemática. Curitiba: Ed. UFPR, 2007.
- Araújo, Abraão Juvencio de. O ensino de álgebra sobre o ensino de equações do 1º grau à luz da teoria antropológica do didático. 292 f. Tese (Doutorado em Educação) - Centro de Educação, UFPE, Recife, 2009.
- Bessa de Menezes, M. Praxeologia do professor e do aluno: uma análise das diferenças no ensino de equações de 2º grau. 178f. Tese (Doutorado em Educação) - Centro de Educação, UFPE, Recife, 2010.
- Cavalcante, José Luiz. A dimensão cognitiva na Teoria Antropológica do didático: reflexão teórico-crítica no ensino de probabilidade na licenciatura em matemática. 483f. UFRPE, Recife, 2018.

- Chevallard, Yves. L'analyse des pratiques enseignantes et didactique des mathématiques: l'approche anthropologique. In: L'UNIVERSITE D'ETE, 1998, p.91 - 118. Actes de l'Univessité d'été La Rochelle, IREM, Clermont-Ferrand, France, 1998.
- Chevallard, Y. L' Analyse des pratiques enseignantes théorie anthropologique du didactique. In: Recherches en Didactique des Mathématiques. v. 19, n. 2, p. 221-265, 1999.
- Faria, Ive Sá de Pina. Problemas na aprendizagem de matemática: uma proposta de ensino usando videoaulas. 2017. 93 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT) – Instituto de Matemática e Estatística, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.
- Gil, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas, 2010.
- Honório, Luiz Gonzaga Hugo. Sala de aula invertida: uma abordagem na aprendizagem de matemática, 2017. 96f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática), Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017.
- Lucas Catarina et al. O Fenômeno Didático Institucional da Rigidez e a Atomização das Organizações Matemáticas Escolares* * Trabalho financiado pelo projeto: “La modelización matemática para la formación del profesorado de secundaria: del algebra al cálculo diferencial “(EDU2012-39312-C03-03). Bolema: Boletim de Educação Matemática [online]. 2014, v. 28, n. 50 [Acessado 7 Outubro 2021], pp. 1327-1347.
- Lyrio, Roque da Silva. Videoteca de Matemática. 2013 37f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional, Ihéus, 2013.
- Macedo, Marcos Antônio de. Manifestação geométrica das formas indeterminadas de funções: situações didáticas apoiadas na tecnologia. 2015. 118 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Fortaleza - CE, 2015.
- Minayo, M. C. S. (Org); DESLANDES, S.F.; CRUZ NETO, O . GOMES, R. Pesquisa Social: teoria, método e criatividade. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.
- Morais, Daiane Aparecida Miliossi. Uma aplicação de vlogs nas aulas de estatística na educação básica. 2017. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2017.
- Oliveira, Antonio Júnior de. Um recurso para o ensino de Matemática: vídeos criados a partir de uma investigação sobre evasão. 2017. 80f. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2017.
- Patriarca, F.H. Contribuições do Programa M@tmídias para a integração de tecnologia às aulas de trigonometria no Ensino Médio. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) Programa de Pós Graduação em Educação Matemática da Universidade Anhanguera de São Paulo, 2016.
- Pontes, R. R. de. A Educação de Jovens e Adultos e a Matemática: delineando trilhas alternativas para o ensino de operações básicas. 2013. 84f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática - PPGECEM) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2013.
- Silva, Luana Letícia da. Condições e restrições na construção de vídeoaulas: um estudo de caso com licenciandos em Matemática do Centro Acadêmico do Agreste. 2016 90 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática) – Núcleo de Formação Docente, Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2016.

Silva, Vânia Dal Pont Pereira da. Ensino de matemática com uso de vídeos na educação básica do Rio Grande do Sul. 2018 144 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Instituto de Física e Matemática, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

Souto, Luismar Leão. Produção de conteúdo digital para o ensino de Matemática. 2019. 66f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Matemática, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2019.

Wartchow, Eduardo. EduCoelho: uma plataforma de alfabetização financeira estimulando a reflexão comportamental, 2017.109f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática- Mestrado Profissional), Universidade de Caixas do Sul, Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, 2017.