



## Situações de ensino envolvendo a função exponencial: sentidos atribuídos pelos professores

### Situation of teaching involving the exponential function: meaning attributed by teachers

Adnielson Lima da Silva<sup>1</sup>

Maria Lucia Panossian<sup>2</sup>

Luciane Ferreira Mocrosky<sup>3</sup>

#### RESUMO

O presente artigo apresenta resultados de uma pesquisa em nível de mestrado que teve como um de seus objetivos reconhecer os sentidos atribuídos pelos professores à função exponencial, considerando a análise e elaboração de situações de ensino. A metodologia apresentada orienta-se pelos pressupostos da teoria da atividade, histórico-cultural e Atividade Orientadora de Ensino (AOE), e concretiza-se nas análises de dados coletados da interação com professores da rede pública no projeto de extensão “Oficina Pedagógica de Matemática” (OPM) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), através de gravações de áudio/vídeo. Dos resultados obtidos na pesquisa, destaca-se a transformação dos sentidos atribuídos pelos professores à função exponencial durante o planejamento e concretização das situações desencadeadoras de aprendizagem elaboradas coletivamente, considerando o movimento histórico e lógico da função exponencial e recorrendo à Atividade Orientadora de Ensino como base teórico-metodológica, podendo assim, ser uma possibilidade para o professor organizar o ensino da função exponencial.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de Função Exponencial, Oficina Pedagógica de Matemática, Atividade Orientadora de Ensino, Situações Desencadeadoras de Aprendizagem.

#### ABSTRACT

This article presents the results of a master's thesis from UFPR. The research developed has as one of its objectives to recognize the meanings attributed by the teachers the exponential function, considering the analysis and elaboration of teaching situations. The methodology presented is guided by the assumptions of the activity theory, cultural history and teaching activity (AOE), and it is concretized in the analysis of data collected from the interaction with teachers of the public network in the "Pedagogical workshop of Mathematics "(OPM) of the Federal Technological University of Paraná (UTFPR), through audio/video recordings. From the results obtained in the research, we highlight the transformation of the meanings attributed by the teachers to the exponential function during the planning and implementation of the learning triggering situations collectively elaborated, considering the Historical and logical movement of the exponential function and using the teaching activity as a

<sup>1</sup> Rede de ensino da Educação Básica. [adnielsons@ig.com.br](mailto:adnielsons@ig.com.br)

<sup>2</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR/Curitiba). [mlpanossian@utfpr.edu.br](mailto:mlpanossian@utfpr.edu.br)

<sup>3</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR/Curitiba). [mocrosky@utfpr.edu.br](mailto:mocrosky@utfpr.edu.br)

theoretical-methodological basis, thus being a possibility for the teacher to organize the teaching of the exponential function.

**KEYWORDS:** Teaching Exponential Function, Pedagogical Workshop of Mathematics (OPM), Teaching Oriented Activity (AOE), Learning triggering situations.

## Introdução

O ensino do conceito de função é fundamental para a Matemática e para a Ciência em geral. Entretanto, pesquisas como as de Silva (2014) e Pereira (2010) relatam que o processo de ensino e aprendizagem de funções, vem se tornando sistematicamente motivo de grande preocupação para professores e pesquisadores, devido às dificuldades dos estudantes em entender tal conceito, como também está relatado no artigo de Trindade (1999). No caso específico do conceito de função exponencial, observa-se a dificuldade dos estudantes em reconhecer situações de crescimento exponencial considerando muitas vezes, o destaque no ensino para a substituição de valores numéricos nas variáveis, o estabelecimento da lei da função a partir de valores previamente definidos ou ainda a construção de gráficos mecanicamente.

Fato é que essa abordagem da função exponencial no ensino, caracterizadamente empírica, baseada em registros simbólicos e aparentes não sustenta a apropriação do conceito de função exponencial pelos estudantes em sua forma teórica, sendo que os alunos não compreendem a necessidade desta função relacionada aos fenômenos da realidade, nem na experiência humana em suas diferentes épocas, ainda que existam várias pesquisas no ensino como as de Pereira (2015) que ressaltam o alcance das infinitas aplicações dessa função, que transpassa muitas áreas de conhecimento como: Arqueologia, Arquitetura, Biologia, Economia, Demografia, entre outras.

Pesquisas como as de Pereira (2010) também apresentam abordagem metodológica das funções exponencial e logarítmica numa perspectiva conceitual e gráfica no Ensino Médio e elaboram uma sequência de atividades usando o *software* Winplot, e referenciadas em Polya<sup>4</sup> (1995) para resolução de Problemas e Miranda e Laudares (2009)<sup>5</sup> em relação focalização na compreensão conceitual.

---

<sup>4</sup>POLYA, G. **A Arte de Resolver Problemas**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 1995.

<sup>5</sup>MIRANDA, D. F.; LAUDARES, J. B. Informatização no Ensino da Matemática: Investindo no Ambiente de Aprendizagem. **Zetetiké**, Campinas – SP, v. 15, n. 27, jan., jun., p. 71-88, 2007.

Outras pesquisas como as de Silva (2015) que tem como foco o processo de ensino e aprendizagem da função exponencial por estudantes do ensino médio no Brasil, ou a de Matos (2014) que realizou um estudo das funções exponenciais e logarítmicas, com a finalidade de servir como material de apoio para enriquecer e dinamizar as aulas, revelam possibilidades para o ensino da função exponencial, sem reforçar a manipulação de seus aspectos técnicos, entretanto, tais resultados ainda não se manifestam no ensino em sala de aula.

A prática em sala de aula evidencia o que é indicado na literatura em relação à dificuldade dos estudantes em aprender os conceitos de função exponencial, bem como a dificuldade dos professores em potencializarem o ensino deste conceito. A busca de elementos para superar essa dificuldade desencadeou a necessidade da pesquisa de mestrado (SILVA, 2018) que teve por objetivo analisar as situações de ensino da função exponencial considerando o seu movimento histórico e lógico.

Para apresentação neste artigo definiu-se a partir da pesquisa desenvolvida reconhecer os sentidos atribuídos pelos professores à função exponencial, enquanto elaboravam situações desencadeadoras de aprendizagem, recorrendo à Atividade Orientadora de Ensino (AOE) como base teórico-metodológica. Os dados foram coletados em um projeto de extensão com professores da rede pública de ensino intitulado ‘Oficina Pedagógica de Matemática’ durante o ano de 2016. Os encontros deste projeto envolviam estudos sobre a teoria histórico-cultural; a teoria da atividade; a atividade orientadora de ensino e o ensino de função exponencial.

Os primeiros resultados deste artigo foram apresentados no VII SIPEM (Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática) em 2018, e aqui foram ampliados e reformulados.

### **Fundamentação teórica**

Os conceitos relacionados à função exponencial são considerados científicos, representados por sistemas simbólicos que medeiam à ação do homem, com os objetos e fenômenos. Conforme Vigotski (2001), estes conceitos se desenvolvem no sujeito pela via do ensino, de forma intencional e consciente, e por um processo dedutivo. Não se relacionam diretamente com o objeto, mas são mediados por outros conceitos.

Compreende-se que tais conceitos podem ser formados pela via do pensamento teórico (DAVÍDOV, 1982), que se diferencia do empírico por operar com os próprios conceitos que surgem na atividade psíquica do sujeito podendo ser representados por diferentes sistemas

semióticos. Sousa e Moura (2016) pautadas em Davídov (1982) destacam que a didática tradicional, não considera o movimento lógico-histórico de desenvolvimento dos conceitos, e desta forma não revelam a essência dos conceitos refletidas nos objetos de ensino. O termo “essência” para essa linha teórica pode ser entendido a partir da seguinte afirmação:

O estudo da história do desenvolvimento do objeto cria, por sua vez, as premissas indispensáveis para uma compreensão mais profunda de sua essência, razão porque, enriquecidos com o conhecimento da história do objeto, devemos retomar mais uma vez a definição de sua essência, corrigir, completar e desenvolver os conceitos que o expressam (KOPNIN, 1978, p. 186).

Conforme Kopnin (1978), “o lógico reflete não só a história do próprio objeto como também a história do seu conhecimento” (p. 186). Assim, a unidade entre o movimento histórico-lógico revela não só os nexos externos e perceptíveis dos conceitos, mas também os nexos internos.

Os nexos externos estão relacionados à linguagem formal do conceito, despidos do trabalho humano que os gerou, das contradições, ao contrário dos nexos internos que estão impregnados de história. Os nexos externos são explicitados na sala de aula, a partir dos aspectos simbólicos contidos nos conceitos. É como se os símbolos tivessem vida própria; falassem por si só (SOUSA; MOURA, 2016). Esses conceitos são apresentados, em seu último estágio de rigor, a partir de experimentos ou de memorizações, sem considerar as sínteses históricas que os conduziram a tal condição de sistematização e rigor, destacando o produto conceitual e não o processo de sua constituição, ou as necessidades que o geraram.

Considera-se como nexos externos no caso da função exponencial, a representação gráfica e algébrica da função, normalmente identificadas e reconhecidas pelos estudantes, mas que não revelam seus aspectos essenciais ou a necessidade de tais conceitos na experiência humana. Enquanto nexos internos podem ser destacados os estudos sobre juros que historicamente revelam a necessidade de um conhecimento que organize seu cálculo.

Conforme Eves (1995) há indícios de problemas com juros datados de 1.700 a.C. em uma tábua do Louvre, e que os babilônios resolviam usando interpolação linear. Outro nexo interno pode ser considerado pelos estudos sobre progressão aritmética e geométrica. Conforme Struik (1992) vários matemáticos do século XVII ‘tinham se confrontado com a possibilidade de coordenar progressões aritméticas e geométricas, principalmente no que diz respeito a facilitar o trabalho com as complicadas tabelas trigonométricas’ (p. 152-153). Tal ideia foi



apropriada por Napier para identificar que em uma progressão geométrica em que os números são potências, observa-se que os expoentes formam uma progressão aritmética.

Considera-se então a importância de compreender o movimento histórico e lógico da função exponencial, em busca de elementos para organizar o seu ensino e analisar as situações de ensino procurando superar seus aspectos externos, mecânicos revelados em sua forma aparente. Como implicações educacionais, se o professor organizar a sua atividade de ensinar, baseando-se somente no aspecto lógico em forma de definições e sínteses, perderá todo o rico processo histórico de construção do conceito. Da mesma maneira, se o professor basear sua atividade somente nos aspectos históricos, perderá o aspecto lógico de evolução do conceito, podendo caracterizar o aspecto histórico como curiosidade, como ocorre em diversos livros didáticos (FRAGA, 2016).

Uma possibilidade de organizar o ensino buscando superar as aparências reveladas pelos nexos externos e considerando o movimento histórico e lógico dos conceitos e os nexos internos da função exponencial se apresenta com a Atividade Orientadora de Ensino (MOURA, 2010). Esta se baseia nos pressupostos da teoria da atividade (LEONTIEV, 1983) e da teoria histórico cultural e é caracterizada como “[...] aquela que estrutura o ensino de modo a permitir que os sujeitos interajam, mediados por um conteúdo negociando significados, com o objetivo de solucionar coletivamente uma situação-problema” (MOURA, 2001, p. 155).

A Atividade Orientadora de Ensino (AOE) de Moura tem elementos definidos para a organização do conhecimento, entre eles destaca-se a intencionalidade do professor; o processo coletivo em busca de possíveis formas de resolução do problema; a análise e síntese das resoluções encontradas; a unidade teoria e prática (MOURA; SFORNI; ARAÚJO, 2011). Considera-se ainda que a relação entre a atividade de ensino e aprendizagem possibilita a apropriação dos conceitos, sendo necessário reconhecer os nexos conceituais revelados por meio do movimento lógico e histórico.

Visando a apropriação do conceito de função exponencial pelo estudante, a AOE considera que a necessidade do estudante pode ser revelada pela situação desencadeadora de aprendizagem (que pode ser um jogo, uma história virtual ou uma situação do cotidiano) e tem como essência a necessidade humana de construção do conhecimento. Neste sentido,

O objetivo principal desta é proporcionar a necessidade de apropriação do conceito pelo estudante, de modo que suas ações sejam realizadas na busca da solução de um problema que o mobilize para atividade de aprendizagem – a apropriação dos conhecimentos (MOURA et al., 2010, p. 221).

O recurso “jogo” é algo muito mencionado na discussão dos processos de ensino e aprendizagem de Matemática. O jogo deve colocar o estudante diante de uma situação-problema semelhante à vivenciada pelo ser humano ao lidar com conceitos da matemática (MOURA et al., 2010).

Já a “situação emergente” é aquela que surge a partir do cotidiano, possibilitando prática educativa ao colocar o estudante diante da necessidade de vivenciar soluções de problemas significativos a elas.

Por sua vez, a “história virtual” é definida como:

[...] uma narrativa que proporciona ao estudante envolver-se na solução de um problema como se fosse parte de um coletivo que busca solucioná-lo tendo como fim a satisfação de uma determinada necessidade, à semelhança do que pode ter acontecido em certo momento histórico da humanidade (MOURA et al., 2010, p. 105).

Ressalta-se, que a Atividade Orientadora de Ensino é um processo que envolve o professor e o estudante e não um objeto (MOURA et al., 2010), e se constitui como unidade entre o ensino (atividade do professor), e a aprendizagem (atividade do estudante) (MOURA et al., 2010). A seguir é apresentada uma síntese desse processo (Figura 1).

Figura 1 - Relação Entre Atividade de Ensino e Atividade de Aprendizado



Fonte: Moraes (2008, p. 116)

Os elementos da AOE e do movimento histórico e lógico embasaram os trabalhos realizados no projeto de extensão ‘Oficina Pedagógica de Matemática’ (OPM), de onde foram coletados os dados para a realização desta investigação, tornando possível revelar os sentidos atribuídos pelos professores à função exponencial enquanto analisavam situações de ensino e elaboravam situações desencadeadoras de aprendizagem.

### **Condições, ações e operações metodológicas: O trabalho com os professores na Oficina Pedagógica de Matemática**

A Oficina Pedagógica de Matemática (OPM) é organizada como projeto de extensão aos professores (rede pública) oferecido pelo Departamento Acadêmico de Matemática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR - Curitiba). O objetivo geral da OPM é “Promover entre professores da universidade, professores da rede básica de ensino a articulação teoria/prática (práxis) que fundamentem suas ações dentro da atividade de ensino de matemática”. No ano de 2016 os dados dessa pesquisa foram obtidos a partir do desenvolvimento da OPM que teve como tema definido “Função Exponencial”. A OPM 2016 iniciou com 23 participantes e terminou com 8 participantes, que frequentaram 27 encontros desenvolvidos semanalmente nas dependências da UTFPR, além das reuniões de subgrupos e intervenção no ambiente escolar.

Nas reuniões do projeto foram discutidos conceitos da teoria da atividade e da atividade orientadora de ensino. A partir do quinto encontro os participantes foram organizados em dois subgrupos para continuar com estudos históricos sobre a função exponencial e estudos de documentos curriculares, além de elaborar a situação desencadeadora de aprendizagem para intervenção em uma sala de aula. Um dos subgrupos elaborou uma situação que envolvia a compreensão da função exponencial relacionada à temperatura de ebulição da água e outro grupo associou a situação à medição da intensidade de um terremoto. O fato de terem elaborado coletivamente as situações, discutindo a organização do ensino fez com que os participantes incorporassem não somente aspectos práticos, mas também teóricos que os auxiliaram na mudança de sentidos relacionada a função exponencial.

A expressão “sentido” atribuído pelos professores se refere a compreensão pessoal, que envolve as relações que dizem respeito ao conceito de função exponencial em sua formação pessoal. O que difere de “significado” da função exponencial que já tem em seu núcleo

relativamente estável de compreensão desse conceito social e histórico. Conforme Oliveira (1997) diferencia sentido de significado:

O significado propriamente dito refere-se ao sistema de relações objetivas que se formou no processo de desenvolvimento da palavra, consistindo num núcleo relativamente estável de compreensão da palavra, compartilhado por todas as pessoas que a utilizam. O sentido, por sua vez, refere-se ao significado da palavra para cada indivíduo, composto por relações que dizem respeito ao contexto de uso da palavra e às vivências afetivas do indivíduo (OLIVEIRA, 1997, p. 50).

A discussão entre os participantes foi conduzida considerando questões apresentadas no terceiro encontro do projeto e retomadas no último encontro: Qual a relevância de ensinar o conteúdo de função exponencial? Quais as principais dificuldades dos alunos na aprendizagem deste conceito? Que recursos didáticos e/ou metodologia (s) você utiliza para ensinar função exponencial?

Todo o material da OPM foi gravado em áudio e vídeo. Para identificar as falas nas transcrições usou-se o registro: Sigla de identificação do participante, número do encontro (E número); Identificação do número de áudio ou de vídeo (V ou A número); tempo em que a fala se inicia. Por exemplo, a gravação (E1, V3, 2:30) indica o terceiro vídeo do primeiro encontro e o início da fala aconteceu aos dois minutos e trinta segundos dentro desse vídeo. O registro do questionário será indicado por Q (entregue pelos participantes no E3).

A análise aqui apresentada foi realizada considerando essencialmente os registros do terceiro (E3) e do último encontro (E27) destacando as falas das professoras P1 e P8 na transformação dos seus sentidos pessoais atribuídos à função exponencial, mas também citaremos falas dos professores: P3, P4, P5, P6, P9, PO1, PO3 e AP1.

P1	Bacharel e licenciada em matemática com especialização em Direito Educacional, lecionava em turmas do ensino médio (matemática e música) na rede estadual de Curitiba
P8	Licenciada em matemática e pedagogia com especialização em ensino de matemática, e lecionava em turmas do ensino fundamental na Prefeitura Municipal de Curitiba
P3	Mestranda e licenciada em matemática e física com especializações em docência do Ensino Superior, Educação Especial e Inclusiva, Psicopedagogia, Educação Especial com ênfase em Altas Habilidades e Superdotação e prestava serviço no Departamento de Educação Básica (Equipe de Matemática) da Secretaria de Estadual e Educação do Paraná
P4	Licenciada em matemática com especializações em Psicopedagogia e Educação Especial Inclusiva, no momento da pesquisa lecionava em um colégio da periferia na rede estadual de Curitiba, para turmas do Ensino Fundamental em matemática
P5	Licenciada em matemática com especializações em Psicopedagogia, Epistemologia e práticas pedagógicas em matemática, Alfabetização matemática e Educação Especial Inclusiva, no momento lecionava em um colégio da periferia na rede estadual de Curitiba, para turmas do Ensino Fundamental e Médio em matemática
P6	Graduada em Pedagogia no momento da pesquisa trabalhava como professora pedagoga em um colégio tradicional da rede estadual de Curitiba



P9	Mestranda da UFPR no momento da pesquisa, licenciada em matemática, professora de matemática na Rede Municipal de Curitiba, leciona para turmas do Ensino Fundamental
P01	Doutora e Mestre em matemática, Licenciada em matemática, professora da instituição de ensino superior e organizadora do projeto de extensão Oficina Pedagógica de Matemática
P03	Doutora e Mestre em matemática, Licenciada em matemática, professora da instituição de ensino superior e organizadora do projeto de extensão Oficina Pedagógica de Matemática
AP1	Aluno do 1º ano do Ensino Médio de um colégio tradicional de Curitiba, era na época bolsista de Iniciação Científica em Nível Médio

Também foram consideradas para análise as falas de outros encontros que auxiliem na compreensão do movimento do planejamento e do sentido que estes sujeitos atribuem à função exponencial durante o processo de elaboração das situações desencadeadoras de aprendizagem. Segundo Leontiev (1983) o sentido está atrelado à questão do motivo.

E assim, aquilo que eu realmente conscientizo, a forma que eu conscientizo e o sentido que tenha para mim o conscientizado é determinado pelo motivo da atividade dentro da qual está incorporada minha ação em questão. “Por isso, a questão acerca do sentido é sempre uma questão acerca do motivo” (LEONTIEV, 1983, p. 230, tradução nossa).

Desta forma, pretende-se reconhecer o sentido pessoal atribuído à função exponencial bem como os motivos e necessidades de ensinar esta função considerando estes professores em atividade de ensino.

### **Revelando os sentidos atribuídos pelos professores à função exponencial**

As discussões no terceiro encontro do projeto foram conduzidas procurando captar o que os participantes compreendiam sobre função exponencial e seu ensino. Os dados colhidos evidenciaram que os professores consideram a importância do ensino de função exponencial, e a necessidade de aplicação no cotidiano do aluno,

P8: o que passa pela minha cabeça é assim, a função exponencial tem muita importância no cotidiano até mesmo na questão da matemática financeira juros de banco, hoje todo mundo está endividado, né, essa coisa de trazer pro cotidiano, tem a parte da biologia, tem a parte de informática e o aluno do ensino médio, eles estão, na verdade ali no pulo pra decidir o que querem fazer e o que vão fazer, então assim eu acho que é de importância [...] (E3, V1, 5:50).

P9: [...] eu acho importante trabalhar a função exponencial, tem relação com o logaritmo tem toda aquela coisa e também tem a relação da função exponencial com aplicação em outras áreas, tipo biologia na química tem aplicação em outras áreas, então por mais que o aluno não goste, não veja utilidade nenhuma, então é importante que ele conheça (E3, V1, 8:00).

A P9 também respondeu por escrito sobre não enxergar aplicabilidade direta na vida do aluno, entretanto relata a importância de se aprender esse conceito para a sua formação.

P9: No cotidiano do aluno? Talvez não, porém há de se pensar em formas de mostrar a utilidade dessas funções e em quais áreas elas podem ser utilizadas, pensando que o aluno continuará seus estudos é interessante que veja que muitos conceitos/conteúdos estudados têm sim utilidade e são usados em outras áreas (Q).

A professora P8 também considera como uma das dificuldades dos estudantes com a aprendizagem da função exponencial o vocabulário matemático: “Eu acho, os termos, termos matemáticos, para alguns alunos em geral, eles são muitos empobrecidos de vocabulário matemático” (P8, E3, V2, 25:20). Já a P6 comentou a respeito da importância da contextualização a favor do conhecimento, em detrimento das fórmulas sem sentido.

P6: É importante a proposta do curso de chegar para eles e explicar o porquê. Por que você tem que aprender isso? Por quê? Onde você vai usar isso? E daí às vezes a matemática por muitos parece um bicho de sete cabeças para muitas pessoas né e às vezes é bem na base mesmo, na base lá eles já começam com muita dificuldade e daí chega com essas fórmulas, com essas situações e pouca vivência e daí não ouve essa explicação anterior por que, aonde, quando [...]. Explicar o porquê eu tenho que, porque eu tenho que passar por isso (E3, V1, 12:43).

No decorrer das discussões a P5 não reconhece a importância em ensinar a função exponencial, colocando a culpa nesse trecho na estrutura escolar e nos professores.

P5: [...] mas eu, particularmente não vejo muita relevância da função exponencial, por quê? Porque nós temos pouco tempo, o conteúdo do 1º ano é muita coisa pra você dar, os nossos alunos hoje, eu estou falando dos alunos do estado, eles não tem base em matemática, ele não tem matemática básica, talvez seja pela essa troca de professor, uns tem mais compromisso, outros bem menos né, e assim vai. Então nós não temos tempo pra dar, e quando a gente chega lá no 1º ano, ele vem com aquela ideia de ensino fundamental, daquele oba oba, ai sabe, o aluno fala, eu fiquei sem aula e uma professora ajudou a passar pelo conselho, então eles já vem com essa coisa (E3, V1, 14:39).

Os participantes consideram a necessidade de explicar o porquê ensinar função exponencial, e associam este ensino ao treino das operações de potenciação e radiciação.

P5: [...] temos conteúdo em excesso e tem muita coisa ali que o aluno não vai usar e a gente é obrigado a dar porque tem aquele plano todo né, e nós sabemos que tem, e quando você entra na função exponencial, eu acho, a única coisa, eu, por isso queria fazer isso daí pra entender um pouco melhor, a única relevância que eu acho que tem, a gente trabalha bastante a parte da radiciação e potenciação com nosso aluno, e eles não tem essa base (E3, V1, 15:25).

P3: Na função exponencial encontramos a operação de potência diretamente relacionada e com este o estudante têm contato desde o fundamental – anos finais. É um dos fatores de relevância do ensino da Função Exponencial no Médio é de darmos/ proporcionarmos momento de aplicabilidade e aprofundamento da operação de potência (Q).

P3: Dificuldades conceituais da operação envolvida como: relação de igualdade; decomposição em fatores primos; sistema de numeração decimal (com relação a

decomposição do número em potência decimal); o número escrito na forma decimal (Q).

A professora P5 reconhece a sua própria dificuldade em ensinar a função exponencial. “Porque eu também tenho dúvida a respeito disso, eu sei que eu vou lá, faço potência, faço isso, faço aquilo” (E3, V1, 16:45).

Vários professores comentaram que fazem uma revisão de potenciação. “Revisando potência, para que eles tenham uma base melhor para entender com facilidade a função exponencial” (P4, Q). P5 respondeu que faria uma revisão de potenciação, radiciação. Também comentou que não se aprofundaria nesse assunto, por não achar relevância.

P5: Revisando de potência, radiciação, livro-didático. Mas sinceramente não aprofundo muito o assunto não. E até então não ver muita relevância no assunto. Por esse motivo vou fazer este curso para aprofundar melhor o assunto e aprender” (Q).

Além disso, essa professora possivelmente não acredita que o aluno vai aprender a função exponencial, conforme relato a seguir:

P5: Não podemos esquecer que os nossos alunos estão chegando do ensino médio, primeiro que não sabe tabuada, segundo ele não sabe conta de multiplicação e nem de divisão, ele não sabe fazer conta de divisão com número decimal, agora você imagina o que ele vai achar quando você chega lá no exponencial (E3, V2, 07:27).

Infelizmente não foi possível acompanhar o processo desta professora, pois ela não compareceu mais aos encontros.

Uma das professoras (P4) revelou dificuldades conceituais considerando a função exponencial como continuidade da função de 1º. Grau.

P4: [...] eu não tenho experiência ainda no ensino médio, nunca trabalhei com esse conteúdo, mas assim por ser uma continuidade de função simples, ela é uma continuação né. (E3, V1, 28:08).

Essa professora está buscando conhecimento da função exponencial para melhorar seu ensino e superar sua limitação.

A professora P1, neste encontro, revela aproximações conceituais à função exponencial, ainda que não sistematizadas.

P1: [...]eu já tive experiência no médio, e eu vejo assim, que a função exponencial é uma das coisas mais importantes que a gente tem, uma das mais bonitas no meu ponto de vista de ensinar [...] eu acho que tudo aquilo que existe uma grande variação, uma variação que não vem momentâneo, não é, aquela coisa assim, igual a PA, ah, que eu já sei o que vai ser o próximo valor, porque aquilo é uma constante, né, então a função exponencial ele vem exatamente para explicar tudo aquilo que tem uma variação e eu não consigo automaticamente projetar, por exemplo, se eu tenho uma colônia de

Perspectivas da Educação Matemática – INMA/UFMS – v. 12, n. 28 – Ano 2019

bactérias, no primeiro momento, ou vírus, tem 1 depois vai se dividindo em várias célula, e aí vai se dividindo, dividindo, dividindo, chega em um determinado momento que a gente não consegue mais, tem que ter uma análise para poder verificar, o mesmo acontece com a população, então assim, se eu quero saber, qual vai ser a população de uma determinada cidade, daqui 10 anos, para que serve isso, saber da população daqui 10 anos. [...] Então, enfim, então a gente tem a função exponencial, desde a natureza, quando eu tenho lá a questão das radiações as questões de ondas, então tenho um terremoto, que a base do cálculo da escala Richter é a base do logaritmo, e se eu não sei a exponencial eu não vou entender o logaritmo [...] (E3, V2, 00:42).

Observa-se que ela reconhece a forma do crescimento exponencial como diferente do crescimento linear, ainda que não se expresse claramente a respeito e vincula a função exponencial a situações de aplicação. Também ressalta a dificuldade dos estudantes em analisar gráficos e no uso de artifícios para a mudança de base.

A professora P1 descreveu a sua metodologia no ensino de funções exponenciais:

P1: Eu levava uns folhetinhos lá, de lojas, das promoções de carros, dessas coisaradas. Naquele ano, que eu fiz a prática com um professor, mas daí eu não consegui achar a prática, acho que ficou com ele. Então, mas assim, lembro vagamente de algumas situações, foi bem bacana, foi com biologia, e daí também envolvia uma parte que não sei explicar, que era questão da meia-vida, isso eu lembro, daí falava, ele ficava, daí tinha uma questão que ele explicava do perito, do Carbono 12 (E3, V3, 17:27).

Pelos relatos dos participantes da OPM, podemos observar que é importante para eles ensinar a função exponencial, que apenas uma participante discorda por não ter o conhecimento suficiente a respeito dessa função. Logo, podemos identificar que é uma necessidade ensinar o conceito de função exponencial e que os professores foram colocados no processo de atividade, pois os mesmos possivelmente estão voltados a satisfazer essa necessidade de ensinar, ou seja, um motivo, com objetivos de ensinar essa função. Leontiev (1994) assim define a atividade:

Por atividade, designamos os processos psicologicamente caracterizados por aquilo a que o processo, como um todo, se dirige (seu objeto), coincidindo sempre com o objetivo que estimula o sujeito a executar esta atividade, isto é, o motivo (LEONTIEV, 1994, p. 68).

Com o andamento do projeto de extensão e no decorrer dos encontros, as professoras P1 e P8 faziam parte do subgrupo que elaborou a situação desencadeadora de aprendizagem ‘Terremoto’. Mais detalhes deste processo podem ser encontrados em Panossian et al. (2017).

Em uma das discussões deste grupo os integrantes consideraram que a escolha de situações problemas em livros didáticos, não é uma tarefa fácil, e que muitas vezes não revela a essência do conceito de função exponencial, como puderam perceber em uma situação de crescimento populacional que envolvia aplicação direta do algoritmo, substituindo o valor da



variável no expoente. O trabalho neste subgrupo articulou o conceito matemático de função exponencial, com outras áreas do conhecimento como História, Geografia e Física.

Este subgrupo também discutiu sobre a obrigatoriedade de uma disciplina de história da matemática no curso de licenciatura em matemática, conforme dialogo:

P1: Na universidade já tinha pouca história da matemática. Na verdade, ela não tinha que ser optativa. (E9, A1, 34:00).

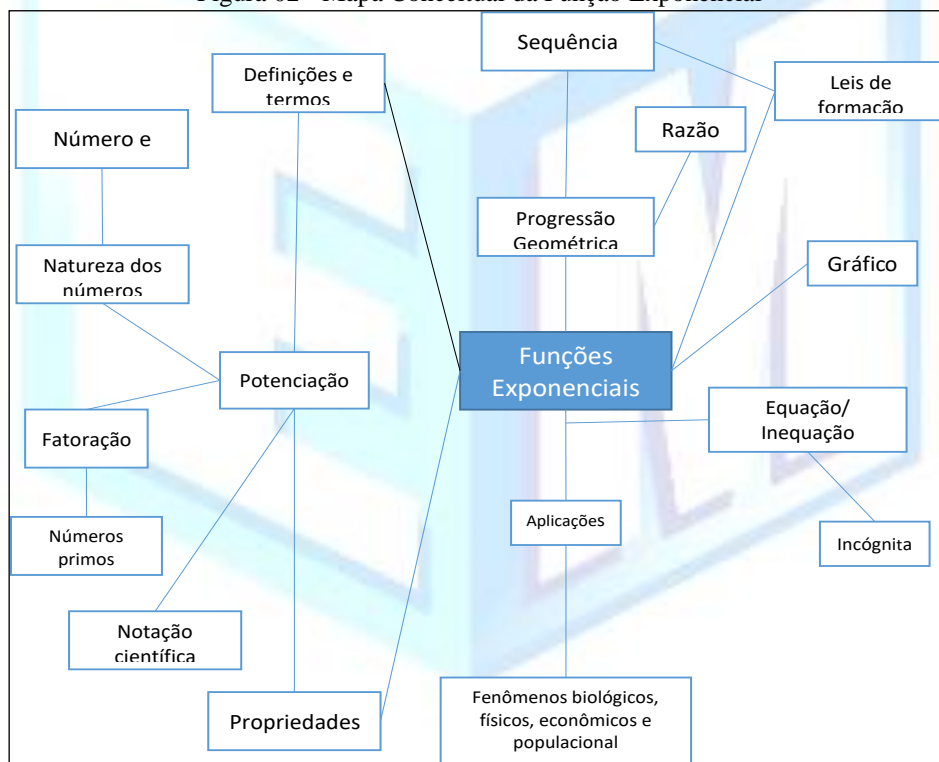
P9: A gente peca muito, porque quer dar matéria, matéria e a gente não contextualiza o negócio, a gente não diz de onde vem para onde vai e porque serve [...] (E9, A1, 35:00).

PO1: Porque não teve isso. (E9, A1, 35:02).

P9: Se eu contasse um pouquinho da história do negócio, talvez eles se motivassem a descobrir juntos, ali (E9, A1, 35:07).

Neste momento o subgrupo revelou conscientização da necessidade do movimento histórico e lógico da função exponencial para a organização do ensino. O subgrupo também montou o mapa conceitual/esquema da função exponencial, registrado na Figura 02 a seguir:

Figura 02 - Mapa Conceitual da Função Exponencial



Fonte: Dados da pesquisa (2016)

Para organizar o desenvolvimento das ações dentro do colégio, os integrantes deste subgrupo estudaram sobre a inclusão da progressão aritmética e progressão geométrica (enquanto nexos internos) nos exercícios, considerando que a função exponencial é uma relação

que associa uma progressão aritmética a uma progressão geométrica, e conseqüentemente uma relação que transforma somas em produtos e vice-versa. Também tinham por objetivo que os estudantes compreendessem que a função exponencial não tem um comportamento linear, além de considerar diferentes escalas usadas para medir a intensidade de um terremoto. A escala Richter foi usada para que os estudantes identificassem que um terremoto de magnitude 4 é potencialmente 10 vezes mais intenso do que um terremoto de magnitude 3. Planejaram as condições para aplicação dos exercícios com expoentes inteiros e decimais, e a conversão da expressão matemática da magnitude de um terremoto, de logaritmos para exponencial, através de tabelas usando as propriedades de potência. Discutiram coletivamente sobre o que os alunos precisariam para calcular a magnitude do sismo, usando os registros colhidos no sismógrafo de cada aluno que foi elaborado nas aulas de Física, discutindo também o cálculo de energia liberada para alguns sismos previamente apresentados.

Foi possível reconhecer que a AOE como base teórico-metodológica auxiliou os professores a organizar o ensino de funções exponenciais, e que o movimento de planejamento e replanejamento de suas ações exigiram dos professores estudos sobre o movimento histórico dessa função e das necessidades humanas que a geraram, até a definição de ações e operações para colocá-las em prática na sala de aula.

No sétimo encontro, a P8 reflete sobre “A importância do planejamento coletivo, troca de experiência, é bem aquilo que a gente está fazendo aqui, né” (E7, V1, 12:29), adota-se como pressuposto que o ser humano se forma em ações desenvolvidas coletivamente e interiorizadas. Conforme Moura et al. (2010) explica:

[...] o desenvolvimento psíquico do homem se realiza por meio do que Vigotski chamou de processo de internalização. Segundo esse autor, as relações intrapsíquicas (atividade individual) constituem-se a partir das relações interpsíquicas (atividade coletiva). É neste movimento do social ao individual que se dá a apropriação de conceitos e significações, ou seja, dá-se a apropriação da experiência da humanidade (MOURA et al., 2010, p. 208).

Moura et al. (2010) entende que “a escola como lugar social privilegiado para a apropriação de conhecimentos produzidos historicamente passa necessariamente por assumir que a ação do professor deve estar organizada intencionalmente para esse fim” (MOURA et al., 2010, p. 212). Então, ao organizar o seu ensino, o professor promove apropriação do conhecimento ao estudante.

A P1 nesse mesmo encontro narra a sua mudança em relação ao ensino de função exponencial reconhecendo a intencionalidade associada à compreensão histórica dessa função:

P1: Buscar uma intencionalidade para a função exponencial, o porquê, como? Eu tenho dificuldade, realmente da própria história da função exponencial, de como ele chegou. Antes, uns anos atrás, pra uma potência, a equação e função exponencial é quase tudo a mesma coisa, o que modificava aí, que agora ao invés de ter agora um número real eu estava usando uma variável no expoente e acabou... por aí, né. Mas a diferença da equação é o sinal que muda... (E7, V2, 15:21).

No intervalo entre o oitavo e o nono encontro essa professora encaminha uma mensagem a todos:

Olá Pessoal! Gostaria de compartilhar com vocês algumas ideias - nada surpreendente, mas que ficaram (que estão) mexendo com meus frágeis neurônios! Aproveitei o feriado e andei lendo algumas coisas bem interessantes, no meu ponto de vista. Descobri que os logaritmos (Napier) surgiram antes da função exponencial e de forma independente, e que ajudaram muito as navegações e a todo o processo histórico da virada aristocrata para a burguesia no poder, resultando o interesse para a matemática comercial (séc. XVII). (Nesse período os logaritmos tinham a função de facilitar os cálculos de adição-multiplicação, subtração-divisão aos quais eram calculados através da trigonometria). Por volta de 1.680, Jacob Bernoulli, analisando uma situação de juros compostos, percebe a possibilidade de trabalhar a mesma situação através da potência, fato que o levou ao estudo das cordas suspensas por dois extremos (forma a partir daí a ideia da exponencial, mas não a publica). Seu irmão Johann Bernoulli, mais tarde após a morte de Jacob, publica em 1697, em *Principia calculi exponentialum*, vários cálculos de função exponencial. Somente muito tempo depois é que se percebe que a função inversa do logaritmo é a função exponencial. (surgem das mesmas necessidades, variações ocorridas na natureza, necessidades para facilitar as navegações e as transações comerciais do período). Bom, talvez para o grupo isso não tenha relevância, ou não seja novidade, mas fiquei muito feliz pela descoberta pessoal e quis compartilhar, pois sempre imaginei que a partir de determinada situação comercial ou marítima [...]. Ocorreu alguma situação do tipo  $(1,05)^x = 2$  e não tinham a resposta e foram buscando soluções através do conhecimento inicial de Napier, fazendo o logaritmo surgir como função inversa após a função exponencial. Pessoal, desculpe a tamanha ignorância na área, mas eu nunca tinha parado para buscar a história da função exponencial, e a mesma fragilidade encontrei só agora nos livros didáticos onde nada citam a respeito, trazem somente a história do logaritmo.

Observa-se nesta professora P1 seu movimento em atividade de ensino estudando a fundo o movimento histórico e lógico da função exponencial, e conscientizando-se das necessidades de se estudar esse conceito no decorrer dos tempos.

Para confirmar esse desenvolvimento pessoal da P1, se apresenta o seu diálogo com a PO1 a respeito o que ela pensa sobre a função exponencial e a ajuda da OPM em organizar o seu ensino e sobre os nexos internos da função: PA e PG, que ao estudarem encontraram:

P1: Eu acho que sim, é muito relevante, porque, acho que eu já tinha comentado, ali que tudo aquilo que tem avaliação, então, por ser a PA e a PG que a gente viu nos exercícios, né, que tinha é o próprio logaritmo, acho, que dá uma base melhor para ele entender que saí da exponencial e vai pro Log [...]. E como o logaritmo tem uma série

de aplicações, então e a função exponencial está diretamente relacionada, então ela é de extrema importância, não tem como dissociar além de poder aplicar em matemática, em física, em biologia, no caso da meia vida, em que a gente levantou no livro, em estatística na parte de geografia, que é a parte populacional, na parte financeira, entra dentro das matérias técnicas de matemática financeira e da própria estatística, então quer dizer, ela engloba muita coisa, que eu acho que faz dela uma coisa primordial pro assunto, que não pode ser retirado (E27, V1, 05:20).

PO1: [...] a gente termina a função do 1º grau, começa a Função do 2º grau, começa a função exponencial, termina função exponencial, mas não estabelece essa relação, isso para mim, não que o projeto quisesse fazer isso, mas é isso foi uma coisa, acho que a ideia do Terremoto, acho que teve puxar, as relações entre as grandezas, e a relação da PA com a PG, que a gente também trabalha, que a gente não trabalha junto, trabalha separadinho, caixinha da PA e PG e a caixinha da função exponencial e a gente não articula (E27, V1, 14:41).

P1: Só articula quando, por exemplo tem um livro novo que a gente viu, professora, acho que era do Dante, que a gente viu a interação de PG, é um dos raros que tem. É uma falha eu não lembro de ter visto, na graduação essa análise (E27, V1, 16:22).

PO1: Eu também não vi, mesmo ensinando, assim eu nunca pensei em fazer a relação, aliás, nunca fiz a relação, a gente não ensina função exponencial, até porque sim, ela é no fim na parte de funções, você já quer mais que fazer mais rápido, assim, né, até então você já dá equação, o gráfico, é assim e pronto. É isso que já tem no livro, a gente deu conta, mas na verdade não deu, né, na verdade a gente não dá conta. E realmente a gente precisa de todos os conteúdos anteriores de potência, de propriedade de potência, né (E27, V1, 16:51).

Observa-se nesse relato que a P1 tem uma outra visão mais organizada do ensino de funções exponenciais.

Os professores comentaram no último encontro também sobre as situações desencadeadoras de ensino planejadas e executada no segundo semestre de 2016:

PO3: Acho que a situação desencadeadora é aquela que a gente consegue agregar um maior número possível de conceitos, dentro da disciplina, dentro daquele conteúdo, e ver a relação com ela aplicação no dia a dia. Pelo menos, foi isso que eu entendi, então foi o que ficou marcado, né, então vou ver, a não vou pegar aquela situação, mas acho que até é mais tranquila de trabalhar do aluno aprender, agora vou ter que ver de um olhar diferente, vendo essas condições, né, quais os conteúdos que vai ser abordados, quais os conceitos que eu tenho que retomar, pra ver para eu preparar a minha aula, é nesse sentido que eu percebi, assim qual é a objetividade, né, qual objetivo que eu tenho que atingir com ela. Eu não sei gravei coisa errado (E27, V2, 04:11).

P8: A P1 estava falando que lembrando assim, não sei se de repente iguala, ou não, aquela relação de estudo que tem, naquela Universidade Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, tem essa questão assim, de você estudar a colocar um assunto um tema que está atrelado de organização do ensino, mas é uma coisa que de certa maneira, a gente, não é que falha, ainda que não chegou o momento de estudar, mas aqui talvez seja o momento, é de pensar essa situação de aprendizagem, fazendo esse trabalho interdisciplinar, não só desencadeado o conceito matemático, Ok. O nosso foco foi, eu acho que a gente precisa ter um foco, porque se não você vai querer estudar tudo ao mesmo tempo, e aquela história, o isolado precisa ser recortado, porque a gente não consegue estudar tudo ao mesmo tempo, por isso a gente precisa fazer o recorte. A gente fez o recorte da função exponencial, dentro da matemática, como a gente poderia ter feito um recorte mais aprofundado, eu sei que você fez, mas gente não estuda tanto aqui, isso ficou, mas a seu cargo, no conceito da física, né (E27, V2, 05:43).



Nesse mesmo diálogo a P8 se refere ao conceito de isolado de Caraça (1951), enquanto um recorte da realidade e que foi estudado durante a OPM.

Nesse encontro, os participantes também retomaram a discussão a respeito do uso do gráfico no ensino de funções exponenciais, a PO3 considera que se pode utilizar um software, mas que o mesmo faça o estudante compreender o conceito, conforme fala:

PO3: Eu não vejo problema em fazer uso do Excel, ou outro software pra fazer o gráfico, mas explorar, fazer o estudante compreender, o que é aquela linha, o que está representando o par ordenado,  $x$  e o valor que a função assume nesse  $x$ , o aluno compreender isso (E27, V2, 01:26).

E para o AP1 a importância de fazer o gráfico manualmente, pois o aluno aprende o conceito fazendo.

AP1: É porque, você só tem o gráfico, tem o geogebra, a gente coloca no computador faz o gráfico, é muito diferente quando a gente faz o gráfico, você entende muito melhor, não é aquela coisa, a tá eu estou vendo ali, mas quando você constrói você tem o conceito (E27, V2, 02:19).

Os participantes relataram nesse último encontro as suas experiências no decorrer do ano dentro da OPM e que levaram para si.

P8: Até mesmo crescimento pessoal, né, não só [...] (E27, V2, 27:59).

P1: Outra coisa, assim, que deu pra perceber, é que na parte da matemática básica, mesmo, e da própria função exponencial, não é uma coisa pra loucos, né, a função exponencial, logaritmo, a isso não tem nada a ver, mas vou, não serve pra nada, não se usa pra nada, é na verdade a gente conseguiu mostrar pra eles, que não, que tem uma gama de coisas que pode ser utilizada. E outra coisa pode ser colocada, tá que o aluno na escola, não pra usar somente aquilo que ele vai precisar usar, não tá naquela formação técnica ali, ele não via ser aquele apertador de botão, só vai precisar gerar aquele botão, ele está ali pra ter um horizonte maior, que é igual os textos que a senhora (PO1) passou, né, que era parte que o estudo era para se mostrar é tudo aquilo que foi aprendido ao longo do tempo, e ter uma visão crítica, e levar esse conhecimento, não só aquele epistemológica do conceito, só, quer aprender porque eu vou usar (E27, V1, 09:38). [...] eu senti um amadurecimento na turma “S”, né, por n fatores, que aconteceram na turma “T”, ela é uma turma que vai demorar para amadurecer, mas mesmo assim, eles conseguiram, pouca coisa, mas conseguiram, já é um passo, mas depois teve todos os outros fatores externos, que contribuíram para o não amadurecimento, né, nesse período, mas foi de importância gigantesca pra eles verem, o que é aplicado, vê de uma forma diferente, eu acho, que a gente, pelo menos uma sacudida naquele “T”. E o “S” acho que ele foi maravilhoso, assim, mudança que ele teve, o primeiro momento, até agora, era uma turma desinteressada, era uma turma que não ia, não produzia nada, e de repente, tá perguntando, acho que muito válido (E27, V1, 11:13). [...] mas, é também pelo conhecimento, professor, assim, é tinha uma ideia da função da história exponencial, e aí quando vim para estudar olhei, nossa era totalmente o oposto daquilo que eu acreditava, que eu, então, eu achei que aprendi muito para mim, assim, não dá pra dar aula, para explicar, que isso é uma tragédia, né. Eu que aprendi, pra mim como pessoa, eu assim me satisfiz, eu vim, não, nem por causa título, eu vim mais por isso pra aprender, eu acabei gostando, era aquilo que eu buscava, era uma coisa maçante, que vem que vem chega, é igual um curso, uma vez,

que fui em 2 cursos da UFPR de matemática mesmo, era interessante, mas pra quem estava buscando aquela linha de desenvolver exercícios do ENEM, mas eu não via (E27, V2, 28:28). [...] era uma coisa mais técnica, pra mim surgiu um click para buscar, foi diferente daqui, aqui parece valoriza o lado mais humano, assim, então eu gosto dessas (E27, V2, 29:35). [...] não sei se impressão minha, mas eu acho que sim, considera muito a pessoa, o conhecimento, o que levou a estudar (E27, V2, 29:52).

Os participantes da OPM concluíram que quando os conceitos são relacionados com assuntos do cotidiano do aluno, os mesmos se apropriam com maior facilidade do conceito de funções exponenciais para a vida deles, sendo assim, uma situação de aprendizagem da AOE organizada possibilita outra organização metodológica para o ensino dessa função. Veja o diálogo dos participantes:

PO3: É porque, as vezes se consegue resolver um problema usando alguma coisa simples, que ele já viu no ensino fundamental, mas usando esse outro conhecimento, função exponencial ou logaritmo, resolve numa forma mais simples, né, compreender que, essa construção desse conceito, veio para ajudar a facilitar a resolver algum problema que demandava cálculos imensos, né, veio a facilitar, é importante nesse sentido. Por aplicação no dia a dia do aluno, o que se entende a aplicação do dia a dia, a vivência que o aluno está tendo, não acho que mostrar para ele, onde se utiliza dessa função no dia a dia, o que o aluno do ensino médio faz no dia a dia, de imediato você não consegue identificar, aqui tem função exponencial, aqui não, ou ele faz uso, mas ele compreender que é isso que vai facilitar ele, se ele se seguir uma carreira, na área social, em muitos problemas para ele resolver ele precisa ter desse conhecimento matemático, ou se ele ir para ir área de exata, ou tudo mais, ou para área médica, também precisa, mas nesse sentido. Não aplicar no dia a dia, nas coisinhas do que ele está fazendo, nas é mostrar que dependendo no caminho que ela tá seguindo da profissão, vai ser muito mais útil (E27, V1, 07:17).

P1: Outra coisa, assim, que deu pra perceber, é que na parte da matemática básica, mesmo, e da própria função exponencial, não é uma coisa pra loucos, né, a função exponencial, logaritmo, a isso não tem nada a ver, mas vou, não serve pra nada, não se usa pra nada, é na verdade a gente conseguiu mostrar pra eles, que não, que tem uma gama de coisas que pode ser utilizada. E outra coisa pode ser colocada, tá que o aluno na escola, não pra usar somente aquilo que ele vai precisar usar, não tá num naquela formação técnica ali, ele não vai ser aquele apertador de botão, só vai precisar gerar aquele botão, ele está ali pra ter um horizonte maior, que é igual os textos que a senhora (PO1) passou, né, que era parte que o estudo era para se mostrar é tudo aquilo que foi aprendido ao longo do tempo, e ter uma visão crítica, e levar esse conhecimento, não só aquele epistemológica do conceito, só, quer aprender porque eu vou usar (E27, V1, 09:38).

AL1: Eu acho que essa parte embaçada com a vivência da pessoa, por exemplo, se desde o início ensino fundamental, você está acostumado por exemplo ver um professor só identificar ele dá uma fórmula, é só assim que faz, e acabou, mecânico, mas é muito diferente você entender o porquê foi feito aquilo. A partir do momento que a pessoa pergunta o porquê, ela aprende muito mais, porque sai daquela coisa, há eu vou só fazer desse jeito, ela acaba decorando (E27, V3, 10:00).

Considera-se a mudança de sentido atribuído à função exponencial decorrente do movimento intencional de elaborar a situação desencadeadora de aprendizagem que permite que sejam superadas as aparências, e fazem que alunos e professores se apropriem do conceito matemático, o primeiro para aprender e o segundo para ensinar. Evidenciou-se essa

transformação no ensino da função exponencial nas falas e nas ações das professoras P1 e P8, pelo envolvimento das mesmas na situação desencadeadora de aprendizagem, bem como no planejamento e no estudo do movimento histórico e lógico dessa função.

### **Considerações finais**

O objetivo deste artigo era reconhecer os sentidos atribuídos à função exponencial pelos professores em atividade de ensino, considerando os princípios da Atividade Orientadora de Ensino. Para tanto acompanhou-se um grupo de professores durante o projeto de extensão Oficina Pedagógica de Matemática (OPM), apresentando principalmente a mudança de duas professoras que participaram do processo.

Por meio das análises, foi possível observar que quando o professor está em atividade, e as suas necessidades estão atreladas ao objetivo, o planejamento da situação de ensino supera a escolha simples de uma situação de livro didático. O professor se conscientiza da necessidade de pesquisar o conceito, desde a sua história (movimento histórico e lógico) buscando a sua essência (nexos). Este movimento de planejamento e pesquisa coletiva potencializa a sua própria formação, e agrega valor ao que está sendo ensinado, no caso a função exponencial.

Neste sentido, percebe-se a superação de formas de pensamento empírico que privilegiam aspectos técnicos associados a função exponencial, como substituição de valores numéricos na variável, construção mecânica de gráficos, ou fórmulas a serem decoradas passa pela escolha adequada das situações de ensino. O fato do grupo de professores terem criado a própria situação considerando o movimento histórico e lógico do conceito implicou em mudanças de sentido e de atuação em seu processo de ensino. Reconhece-se neste movimento os elementos da Atividade Orientadora de Ensino conforme Moura (2001):

A atividade orientadora de ensino tem uma necessidade: ensinar; tem ações: define modo ou procedimentos de como colocar os conhecimentos em jogo no espaço educativo; e elege instrumentos auxiliares de ensino: os recursos metodológicos adequados a cada objetivo e ação (livro, giz, computador, ábaco, etc.). E, por fim, os processos de análise e síntese, ao longo da atividade, são momentos de avaliação permanente para quem ensina e aprende (MOURA, 2001, p. 155).

A necessidade do professor se evidencia ao ensinar o conhecimento científico, nesse caso as funções exponenciais. De forma específica as professoras P1 e P8 reconhecem a essência da função exponencial com os seus nexos internos PA e PG e a incorporam ao

planejamento da situação de ensino ‘terremoto’, o que motivou alunos e professores na apropriação desse conceito científico.

Logo, ensinar para além das aparências é possível, e envolve organização do ensino, através de pesquisa sobre a essência do conceito, ou seja, os seus nexos internos em seu movimento histórico e lógico. E com a possibilidade da elaboração de situações desencadeadoras de aprendizagem visando que os estudantes se apropriam do conceito de forma consciente e com sentido.

## Referências

- CARAÇA, B. J. Estudo matemático das leis naturais. In: CARAÇA, B.J. **Conceitos fundamentais da Matemática**. Lisboa: Tipografia Matemática, 1951, p. 107-125.
- DAVÍDOV, V. V. **Tipos de generalización em la enseñanza**. Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1982.
- EVES, H. **Introdução à história da matemática**. Campinas: Editora Unicamp, 1995.
- FRAGA, M. A. **Significação do ângulo: indícios do conceito em atividades de localização**. 2016. 162 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.
- KOPNIN, P. V. **A dialética como lógica e teoria do conhecimento**. Tradução de: BEZERRA, P. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1978.
- LEONTIEV, A. N. **Actividad, conciencia, personalidad**. 2. ed. Havana: Pueblo y Educación, 1983.
- LEONTIEV, A. N. Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil. In: VIGOTSKII, L.S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. Tradução de: VILLA LOBOS, M. P. São Paulo: Ícone Editora Ltda, 1994.
- MATOS, P. M. **Funções Exponenciais e Logarítmicas**. 2014. 56 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Matemática – INMA/UFMS, Campo Grande, 2014.
- MORAES, S. P. G. **Avaliação do processo de ensino e aprendizagem em matemática: contribuições da teoria histórico-cultural**. 2008. 261 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- MOURA, M. O. A atividade de ensino como ação formadora. In: CASTRO, A. D.; CARVALHO, A. M. P. (Org). **Ensinar a ensinar**. São Paulo: Pioneira, p.143-162. 2001.
- MOURA, M. O.; ARAÚJO, E.; MORETTI, PANOSSIAN, M.; RIBEIRO, F. **Atividade Orientadora de Ensino: unidade entre ensino e aprendizagem**, Rev. Diálogo Educ. Curitiba, v. 10, n. 29, p. 205-229, jan./abr. 2010.



MOURA, M. O.; SFORNI, M.; ARAÚJO, E. Objetivação e apropriação de conhecimentos na atividade orientadora de ensino. **Teoria e Prática da Educação**, v. 14, n. 1, p. 39-50, jan/abr 2011.

OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico**. 7. ed. São Paulo: Editora Scipione, 1997.

PANOSSIAN, M. L.; TOCHA, N. N. ; CAMARGO, M. V. S. P.; NASCIMENTO, A. F. M. do ; SILVA, A. L. . Investigação e prática docente: função exponencial e o fenômeno terremoto na Oficina Pedagógica de Matemática. **Ensenanza de Las Ciencias**, v. Extraordin, p. 393-397, 2017.

PEREIRA, J. G. A. **Abordagem das funções exponencial e logarítmica numa perspectiva conceitual e gráfica no Ensino Médio**. 2010. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, PUC-MG, Belo Horizonte, 2010.

PEREIRA, H. E. A. **A função exponencial natural e aplicações**. 2015. 69 f. Dissertação (Mestrado em Matemática). Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT). UFC, Juazeiro do Norte, 2015.

SILVA, S. T. T. **O Ensino das Funções Exponenciais e Logarítmica por atividades**. 2014. 220 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade do Estado do Pará. Belém, 2014.

SILVA, R. J. A. **Contexto e Aplicações das Funções Exponenciais no Ensino Médio: Uma Abordagem Interdisciplinar**. 2015. 86 f. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campo dos Goytacazes, RJ, 2015.

SILVA, A.L. da. **O ensino de função exponencial para além das aparências**. 2018. 158f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2018.

SOUSA, M. C.; MOURA, M. O. O movimento lógico-histórico em atividades de ensino de matemática: unidade dialética entre ensino e aprendizagem. In: Anais do **Encontro Nacional de Educação Matemática**, São Paulo, 2016.

STRUICK, D. J. **História concisa das matemáticas**. 2. ed. Lisboa: Gradiva, 1992.

TRINDADE, J. A. O. Obstáculos epistemológicos à aprendizagem do conceito de função. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPESUL, II, 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ANPESUL, 1999, p. 2.

VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

**Submetido em Abril de 2019**

**Aprovado em Maio de 2019**