

REPRESENTAÇÕES SOBRE FUNÇÃO EXPONENCIAL

Rita Lôbo Freitas
UNEB/PUC-SP
ritalobof@gmail.com

Saddo Ag Almouloud
PUC-SP
saddoag@gmail.com

Resumo:

Neste artigo buscamos relatar os resultados de uma pesquisa empírica realizada com estudantes da Licenciatura em Matemática de uma universidade pública na Bahia. O principal objetivo da pesquisa foi levantar dados, questionamentos e reflexões, para as análises preliminares de nossa pesquisa de mestrado. O ponto chave da investigação foram os saberes sobre a função exponencial. Tais saberes foram analisados por meio de uma sequência de atividades adaptadas de diferentes livros didáticos, selecionados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2012. As análises das produções dos educandos foram realizadas a partir da Teoria dos Campos Conceituais (Gerard Vergnaud) e os Registros de Representação Semiótica (Raymond Duval). O principal resultado foi uma fragilidade dos sujeitos da pesquisa, no que se referem aos saberes matemáticos que envolvem direta ou indiretamente a função exponencial, nesse sentido os resultados apontam para um direcionamento de nossa pesquisa no sentido da formação inicial dos professores de matemática.

Palavras-chave: Função Exponencial, Esquemas, Conceitos, Aprendizagem, Registro de Representações.

1. Introdução

Neste trabalho, apresentamos um estudo preliminar realizado para a nossa pesquisa de mestrado em andamento, cujo objetivo é analisar os esquemas cognitivos e conceitos mobilizados pelos estudantes e identificados na resolução das atividades sobre função exponencial, à luz da Teoria dos Campos Conceituais proposta por Gerard Vergnaud.

Para nossa investigação é de fundamental importância debruçar-se sobre as análises preliminares, e, nesse sentido, verificar o que os sujeitos da pesquisa mobilizam, relacionam e representam sobre o objeto matemático em estudo pode nos orientar nas etapas subsequentes e indicar um possível caminho a percorrer.

O foco da investigação foi o desempenho de cinco estudantes da Licenciatura em Matemática de uma universidade estadual da Bahia, cursando 6º semestre da graduação ao resolverem problemas envolvendo a função exponencial.

A sequência de atividades trabalhada foi adaptada de dois livros didáticos do Ensino Médio aprovados no último Programa Nacional do Livro Didático (PNLD).

A proposta teórica que embasou a análise foi a teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud. Construímos uma sequência de atividades, nas quais diferentes conceitos matemáticos, relacionados à função exponencial, estavam sendo solicitados aos estudantes.

2. Considerações sobre a teoria de Gerard Vergnaud

A teoria proposta por Vergnaud (1990) se coloca como uma teoria cognitivista que procura fornecer princípios de base para o estudo do desenvolvimento e aprendizagem de competências.

Vergnaud destaca a importância dos conhecimentos anteriores para o funcionamento cognitivo do sujeito, indicando que nas situações que vivencia, além dos conhecimentos anteriores formados, o sujeito vai incorporar novos aspectos desse conhecimento, desenvolvendo competências cada vez mais complexas.

Para efeito de nossas análises é importante ressaltar algumas ideias na teoria dos Campos Conceituais: conceitos, esquemas e teoremas em ação, nos quais se buscou, nesta breve investigação, identificar por meio das situações propostas.

Vergnaud (1990 apud FRANCHI, 2002, p.199) afirma que a conceitualização está no centro do desenvolvimento cognitivo, pois um conceito não é apenas uma definição dada por um enunciado e texto: é aquilo que está subjacente às competências e permite que a ação seja operatória.

Um esquema é um construto cognitivo que envolve conceitos e competências. Franchi (2002, p. 200) chama de esquema “à forma estrutural da atividade, à organização invariante da atividade do sujeito sobre uma classe de situações dadas”. Segundo Vergnaud (1993 apud MOREIRA, 2002), os esquemas se referem a situações ou determinadas classes de situações nas quais o sujeito pode ter disponível, no seu repertório as competências necessárias ao tratamento, de certa forma imediato da situação, ou aquelas

situações na qual o sujeito não dispõe de todas as competências necessárias, o que vai exigir dele reflexões, tentativas frustradas e enfim sucesso ou fracasso.

Frente a uma determinada situação, o sujeito age segundo as representações que dela faz, sendo o esquema o elo entre as representações e a sua conduta. A noção de esquema é, para Gérard Vergnaud, a maior contribuição de Piaget e é entendido como a organização invariante do comportamento para uma determinada classe de situações.

De acordo com Franchi (2002, p. 200), a característica de ser invariante refere-se essencialmente ao que é invariante nas organizações das ações e não aos elementos formais que definem uma classe de situações.

Segundo Vergnaud (1990, p.159, apud FRANCHI 2012, p.203) um esquema é uma função temporalizada que permite gerar diferentes sequências de ações e tomada de informações em função dos valores e das variáveis da situação.

O autor traz duas definições para esquemas: “na primeira diz que o esquema é uma organização invariante da atividade para uma classe de situação dada”. Na segunda compõe a definição em quatro componentes ou como chamou de ingredientes.

1. um objetivo, subobjetivos e antecipações;
2. regras em ação de tomada de informação e de controle;
3. invariantes operatórios: conceitos em ação e teoremas em ação;
4. possibilidade de inferência em situação. (VERGNAUD, 2009, p. 21)

Vergnaud (2009) comenta que um esquema é direcionado para uma determinada classe de situações, podendo ser associado a quantificadores universais, portanto um esquema, em seu componente conceitual, é universal. A organização é invariante, não a conduta observável, pois os esquemas organizam também o pensamento subjacente e engendram diferentes condutas em função das várias situações.

Compreendemos que, desta forma, nas condutas adotadas pelo indivíduo na resolução de uma atividade matemática, os esquemas mobilizados poderão ou não estar explícitos na organização matemática, a qual pode variar para cada classe de situação dada.

Segundo Vergnaud (2009) as regras em ação que estejam imediatamente responsáveis no decorrer da conduta e da atividade constituem-se como parte geradora do esquema.

O autor chama de conduta não apenas as ações, mas também as informações necessárias para que a atividade continue, além do controle que o sujeito imagina possuir

para continuar no caminho escolhido, tendo segurança de que faz o que imaginava fazer. Nessa perspectiva, Vergnaud (2009) destaca que a intenção no esquema é o objetivo e é essencial na organização da atividade. Para o autor, o objetivo vai se decompondo em objetivos menores estabelecidos por uma hierarquia (subobjetivos), dando lugar a diversas antecipações. Supondo que esse objetivo é parcialmente consciente pelo sujeito e os resultados da ação não são, o caráter intencional da atividade não deve ser ignorado. Em uma mesma atividade, o sujeito pode ter diferentes intenções que coexistem, tornando assim a intenção variável.

Com relação aos conhecimentos, Vergnaud (2009) os chama de conhecimentos em ação, ou de invariantes operatórios. Estes não são explícitos e nem conscientes, em algumas situações: “um teorema em ação é uma proposição tida como verdadeira na ação em situação”. Um teorema em ação é um teorema local, ou seja, pertence a um domínio de conceitualização específico que deve ser analisado para que seja possível a compreensão do funcionamento e o desenvolvimento cognitivo.

A partir dessas especificações buscamos identificar nas respostas dadas pelos estudantes, na resolução das atividades, os esquemas e conceitos sobre a função exponencial e suas representações.

É importante ressaltar que, segundo Vergnaud (1995, 1990, 1994, apud FRANCHI, 2002, p.212), um conceito se constitui por uma variedade de situações e diferentes invariantes estão envolvidos em diferentes situações. Ao mesmo tempo, uma situação não pode ser analisada pela via de um único conceito, pois sua resolução mobiliza vários esquemas. Nesse sentido tentaremos identificar, além dos esquemas, quais conceitos os estudantes põem em ação quando estão em contato com a função exponencial.

3. A noção de representação

Para Vergnaud (2009) o conceito de representação é fluído, significa dizer que pode mudar de estágios, ou se transformar. Imaginemos um exemplo concreto: a água em estado líquido e a mesma em estado gasoso é a mesma água, porém ela flui para outra forma. No caso da representação ela não é, segundo Vergnaud (2009), diretamente acessível ao observador externo, ao mesmo tempo é repleta de ilusão de ótica para o próprio indivíduo. O autor destaca outras concepções sobre o termo representação:

são categorias de pensamento com as quais o indivíduo capta e integra as informações presentes em uma situação, a representação é constituída de sistemas de objetos e predicados possivelmente pertinentes aos quais o sujeito é levado a utilizar durante a sua atividade. (VERGNAUD, 2009, p. 24)

Nesse sentido, este significado se ajusta às análises que pretendemos fazer, quando o autor considera a possibilidade de que os invariantes operatórios sejam elementos essenciais da representação. Há ainda segundo Vergnaud (2009) a conceituação de representação das relações entre significantes e significados, tanto na linguagem natural como em outros sistemas simbólicos, como no caso da matemática, para representar os conhecimentos tidos como verdadeiros. Resumidamente o autor coloca que:

[...] a representação à atividade e não somente o repertório de conceitos e formas simbólicas. Os esquemas fazem parte integrante da representação, da mesma forma que as situações são para a atividade do sujeito e sua organização uma referência real ao menos tão forte quanto os objetos e suas propriedades. (VERGNAUD, 2009, p. 26)

No que se refere ao estudo aprofundado das representações, aplicadas ao campo da matemática, damos destaque á Teoria dos Registros de Representações Semióticas, proposta por Raymond Duval.

Sob um primeiro olhar a teoria dos campos conceituais (Gérard Vergnaud) e a dos registros de representações semióticas (Raymond Duval) não se contrapõem em nossa pesquisa, sob o recorte realizado, mas sim nos auxiliam na compreensão dos fenômenos observados. Segundo Duval,

[...] as representações semióticas são produções constituídas pelo emprego de signos pertencentes a um sistema de representação os quais têm suas dificuldades próprias de significado e de funcionamento. (DUVAL, 1993, p.39, DAMM, 2012, p 176)

Duval (2009, p.14) nos alerta que “os objetos matemáticos não devem ser jamais confundidos com a representação que se faz dele”. Segundo o autor esta confusão acarreta numa perda na compreensão e inutilização dos conhecimentos adquiridos fora de seu contexto de aprendizagem. De acordo com o autor

As representações semióticas, ou seja, as produções constituídas pelo emprego de regras de sinais (enunciado em língua natural, fórmula

algébrica, gráfico, figura geométrica,...) parecem apenas ser o meio de que o indivíduo dispõe para exteriorizar as representações mentais, ou seja, para as tornarem visíveis ou acessíveis. (DUVAL, 2009, p. 15)

Portanto o que analisamos em atividades matemáticas realizadas pelos sujeitos são de fato as representações semióticas que exteriorizam (por meio de roteiros, gráficos, figuras, etc.) as representações mentais e a atividade matemática realizada pelo sujeito. As representações mentais são constituídas daquilo que chamamos de esquemas, ressaltando toda a sua complexidade de compreensão, a saber, os teoremas e conceitos em ação (invariantes operatórios), as diferentes estratégias para tomada de ação e controle em diferentes situações vivenciadas pelos sujeitos.

Não nos deteremos em discutir, neste trabalho os diferentes sistemas semióticos, no entanto esta ação está prevista na fundamentação teórica de nossa pesquisa de mestrado, ora em andamento.

4. As atividades propostas

Escolhemos uma sequência de atividade com três problemas que foram adaptados de dois livros didáticos do Ensino Médio, aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), 2012. Os sujeitos¹ escolhidos para realização da pesquisa foram 04 estudantes de graduação da Licenciatura em Matemática de uma universidade estadual na Bahia, cursando 6º e 7º semestre. Supõe-se que esses estudantes já têm domínio dos conceitos matemáticos fundamentais, propostos para o Ensino Médio, no caso a função exponencial.

Realizamos um breve levantamento das componentes curriculares já cursadas pelos estudantes na licenciatura. O objetivo foi identificar se os conhecimentos relativos às funções, em especial a função exponencial apareciam nas ementas das disciplinas trabalhadas no curso. Constatamos a partir da análise dessas ementas que a função exponencial aparecia em mais de uma componente. Oportunamente verificamos que os quatro estudantes já estavam cursando o primeiro estágio do ensino médio. Este estágio consistia na realização de oficinas em turmas de Ensino Médio, preconizando assim a regência de classe no semestre seguinte.

¹ Os sujeitos da pesquisa, estudantes do curso de licenciatura em matemática, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, autorizando e cedendo o uso e publicação de suas produções, conforme sugere o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, da Plataforma Brasil.

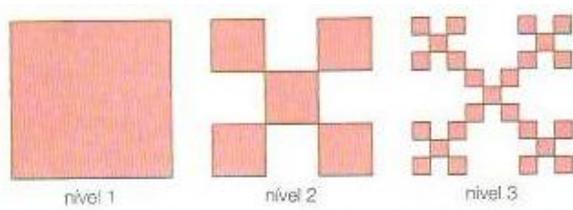
Aplicamos então a sequência de atividades que os estudantes responderam individualmente e sem nenhum tipo de consulta a materiais, apostilas ou livros.

Inicialmente convidamos doze estudantes de diferentes semestres ou etapas do curso, de forma aleatória, no entanto somente quatro deles nos devolveram a atividade e aceitaram participar da investigação. A justificativa dada por estes alunos, após a leitura do instrumento é que não sabiam resolver as atividades propostas.

Para cada atividade foi solicitado do estudante uma justificativa de resposta e que o mesmo indicasse quais as estratégias matemáticas foram utilizadas na resolução de cada problema? Como pensou em resolvê-lo e quais tentativas foram empreendidas?

Sequência de Atividade e objetivos

Atividade 01: A sequência de figuras apresenta vários níveis na composição de um fractal. (A) Utilizando a malha quadriculada, construa a figura correspondente ao próximo nível dessa sequência. (B) Escreva uma função que expressa o número de quadradinhos existentes na figura de um nível qualquer dessa sequência. (Souza, 2010, p.168, adaptação nossa).



Objetivos: Nesta atividade o objetivo é verificar se o aluno consegue estabelecer uma relação entre a figura e a função exponencial, enquanto conceito em ação, a partir de uma nova representação figural. É também nosso objetivo requer que o estudante expresse apoiando-se em uma nova figura, o número de quadradinhos na forma de potência, evidenciados nos níveis 1, 2 e 3.

Atividade 02: A população $P(t)$, de uma metrópole, em milhões e habitantes, é dada por $P(t) = 5 \cdot 2^{ct}$ com t sendo o número de anos, contados a partir de 2000 e c um constante real. Se a população da metrópole em 2008 é de 10 milhões de habitantes, qual o valor de c ? (Souza, 2010, p.168, adaptação nossa).

Objetivos: Identificar a variável e a constante, mobilizar estratégia de substituição de variável, além da estratégia para resolução da equação exponencial do tipo: se $a^x = a^y \Leftrightarrow x = y$ (se... então).

Atividade 03: Em uma determinada cidade a população, em 2005, era de 60 000 habitantes. Se a taxa de crescimento anual ficar em torno de 2%, qual será a população aproximada no ano de 2015? (A) Faça um gráfico para mostrar o crescimento dessa população. (B) Como o gráfico auxilia a perceber a tendência de crescimento dessa população, nas condições do problema? (Smole, Diniz, p.179, adaptação nossa).

Objetivos: Vislumbramos duas possibilidades de resolução: *i)* O estudante precisará desenvolver uma estratégia de organização do problema, na qual compreenda e/ou evidencie a expressão algébrica da função exponencial, nesse sentido o conceito de função exponencial deverá ser mobilizado e evidenciado pela representação algébrica da função. Uma vez mobilizado o conceito de função exponencial, o estudante deverá representar a função de forma gráfica. *ii)* Por outro lado é possível que o estudante represente a função graficamente e que os teoremas, conceito de função, representação algébrica da função sejam mobilizados. Ainda neste problema requeremos do aluno que desenvolva possibilidades de inferência sobre a situação dada: identificar o crescimento do gráfico na situação.

5. Análise e Discussão das atividades

Neste tópico relatamos os resultados da aplicação das quatro atividades, começando as observações dos alunos na atividade 1. Designamos por A, B, C e D os estudantes que participaram de nossa investigação.

Atividade 1

Respostas do estudante A- “Observei o nível 3 os espaços não pintados e dei continuidade no desenho, já que fractal é a sequência dos quadradinhos”

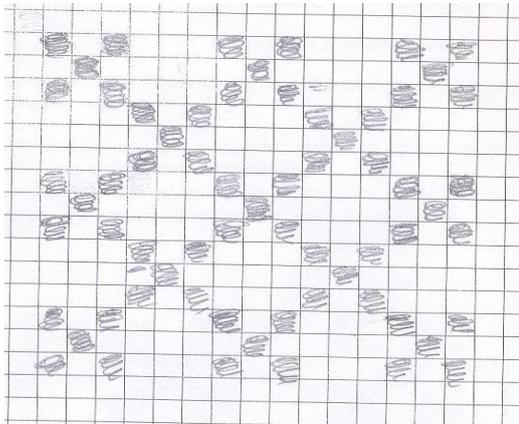


Figura 1-Resposta do Estudante A- letra A

Função

$$f(x) = 5^x$$

$$f(0) = 5^0 = 1$$

$$f(1) = 5^1 = 5$$

$$f(2) = 5^2 = 25$$

Figura 2-Resposta do Estudante A- letra B

O estudante A consegue mobilizar os seguintes esquemas: organização da figura no próximo nível, a partir do conceito de potência com base 5 e um expoente variável e crescente, a depender do nível solicitado (1,2,3, ...x). Expressa por meio da representação figural e algébrica demonstrando compreender o conceito de potência associado à figura, relacionando este conceito com a representação algébrica da função exponencial, contando os quadradinhos e dando continuidade à figura para construção do próximo nível. Ele consegue passar da representação figural para a representação algébrica de forma correta. Tudo indica que ele mobilizou, na ação, a definição da função exponencial, a definição e as propriedades de potência. Ele utiliza a variável x , para expressar a lei da função nos níveis 1, 2 e 3 do fractal.

O estudante B, não justificou sua resposta, apresentou apenas o desenho. Escreveu a seguinte resposta para a letra B: " $f(x) = x^3 + 1$ ", nível II.

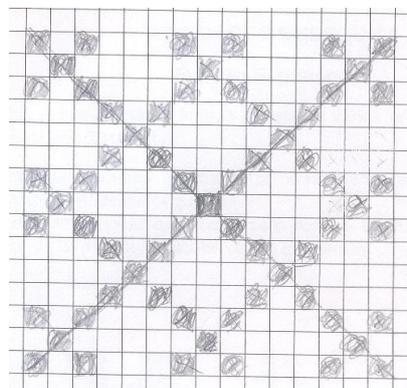


Figura 3-Resposta do estudante B-letra A

O estudante B consegue mobilizar algumas das informações contidas no problema, na representação figural, sobre potência, associados à função exponencial. Não relaciona a figura à representação algébrica correta da função exponencial, pois representa como sendo a lei da função: “ $f(x) = x^3 + 1$ ”, esta resposta denota que o aluno entende que existe uma relação funcional, mas não identifica corretamente a sua representação algébrica.

O Estudante C justificou a sua resposta como segue: “Para encontrar a fórmula pensei numa função exponencial onde o x seria 1. E para completar a sequência das figuras fui aumentando os quadrinhos também usando exponencial”. A figura 4 ilustra o tratamento que o aluno C deu à figura.

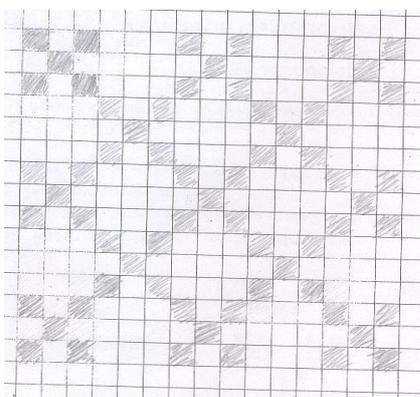


Figura 4-Resposta do aluno C em A

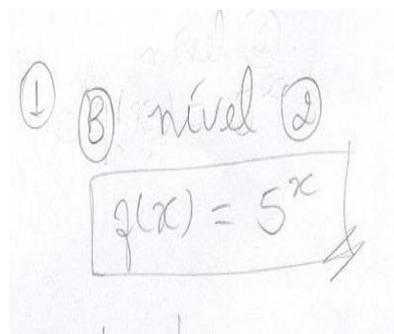


Figura 5-Resposta do aluno C em B

Inferimos que o estudante C conseguiu mobilizar conhecimentos matemáticos acionados pela situação proposta para representação figural e algébrica, associados à função exponencial, contando os quadradinhos e dando continuidade à figura para construção do próximo nível. Consegue passar da representação figural para a representação algébrica.

O aluno D respondeu da seguinte maneira: “Usei o conceito de múltiplo $M(5) = \{1, 5, 10, \dots\}$ ” e na letra b respondeu: $f(x) = x$.

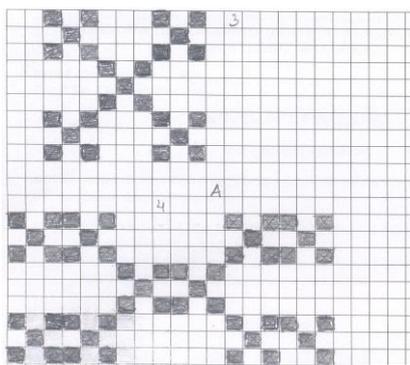


Figura 6-Resposta do aluno D- letra A

$$B = f(x) = x \times 1$$

Figura 7- Resposta do Aluno D- letra B

O estudante D construiu uma figura inadequada para o que foi solicitado, repete a figura 3, mas não consegue estabelecer relações com potência. Mobilizou esquemas relacionados à ideia de múltiplos, explicitou em língua natural esta informação.

Parece que o estudante ao invés de relacionar a potência com a base 5, relaciona os múltiplos de 5. Quanto à representação algébrica ele apresenta a lei de uma função linear, identidade, não estabelecendo nenhuma reação com a função exponencial. Ao passo que não há aparente ligação entre a representação algébrica expressa e a representação figural realizada. Desta forma conclui-se que o aluno parece não ter mobilizado esquemas relacionados ao objeto “função exponencial”.

Agora apresentamos alguns resultados relacionados com o desempenho dos alunos na atividade 2.

O estudante A apresentou a seguinte resposta: “não consegui terminar”

② $P(t) = 5 \cdot 2^{ct}$
 $P(t) = 5 \cdot 2^{c \cdot 8}$
 $P(t) = 5 \cdot 2^c \cdot 2^8$
 $P(t) = 5 \cdot 2^c \cdot 256$
 $P(t) = 2^c \cdot 1280$

t - número de anos
 c - constante real

não consegui terminar \rightarrow

Figura 8-Resposta do estudante A

Analisando a figura 8, podemos inferir que o estudante A substituiu t por 8, aplicou a propriedade de potência, calculou a potência. Seguiu esta sequência como etapas de resolução. Consegue identificar nos problemas o valor constante e a variável, no entanto não percebe a relação de dependência entre a variável t e $p(t)$. O aluno tem consciência de que o problema não está concluído, mas não empreende novas estratégias para resolvê-lo.

Teoremas e conceitos em ação: potência e propriedades; podemos dizer que as regras em ação de tomada de informação e de controle estão representadas na pela correta identificação e substituição de valores de c e t .

O estudante B não apresentou justificativa em linguagem natural.

$$\textcircled{B} \quad P(t) = 5 \cdot 2^{ct}$$
$$10.000,000 = 5 \cdot 2^{c \cdot 8}$$
$$2.000.000 = 2^{8c}$$

Figura 9- Resposta do Estudante B

No caso deste aluno ele consegue mobilizar conceitos para identificação da variável e da constante, consegue ainda perceber a relação de dependência entre os dados, no entanto não consegue estabelecer estratégias de resolução para equação exponencial. Teoremas e conceitos em ação: Conceito de função (relação de dependência); regras em ação de tomada de informação e de controle, na substituição dos valores adequados para constante e variável.

O estudante C fez a seguinte justificativa para a resposta: “Utilizei a função exponencial, mas não consegui desenvolver a questão no final”.

$$\textcircled{C} \quad P(t) = 5 \cdot 2^{ct} = 10.000.000$$
$$P(8) = 5 \cdot 2^{c \cdot 8}$$
$$= 5 \cdot 2^c \cdot 2^8$$
$$= 5 \cdot 2^c \cdot 256$$
$$= 5 \cdot 2^c \cdot 256 = 10.000.000$$
$$= \frac{10.000.000}{256}$$
$$= 39.062,5 = 10.000.000$$
$$= \frac{10.000.000}{256}$$
$$= 39.062,5 = 10.000.000$$
$$= 640^c = 10.000.000$$

Figura 10-Resposta do Estudante C

De forma semelhante ao caso anterior o aluno consegue mobilizar uma técnica de substituição, $t=8$, identificando a variável e a constante, consegue ainda perceber a relação de dependência entre os dados. Ele inicia com uma estratégia de resolução da equação, mas logo em seguida ao se deparar com a equação exponencial para de responder.

O estudante D justificou a sua resposta da seguinte maneira: “usei R3 para encontrar 1 ano”

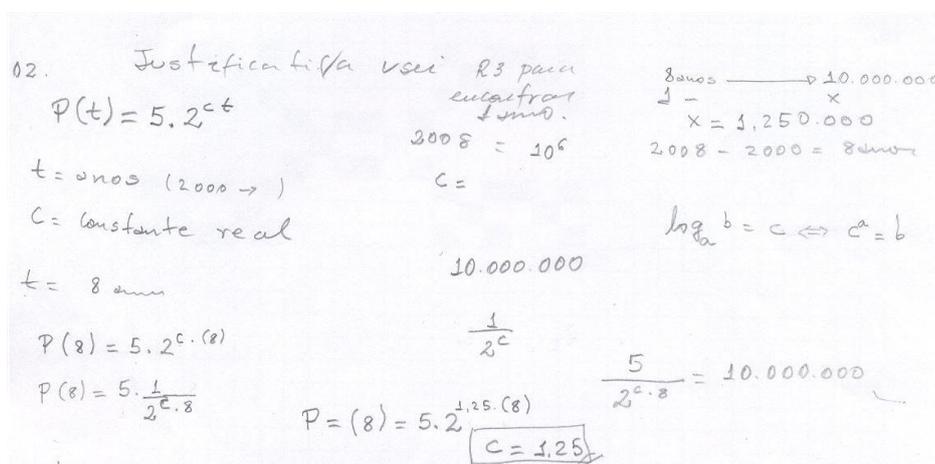


Figura 11-Resposta do estudante D

O estudante D calcula $p(8)$ e desenvolve a expressão do 2º membro da igualdade, no entanto aparece uma potência inversa, mas ele não evidencia claramente o raciocínio usado. Consegue identificar uma relação de dependência entre os dados, desenvolve a técnica de regra de três, os conceitos mobilizados não dão conta de uma solução satisfatória.

Na atividade 03, o estudante A justificou suas respostas como segue: “Observando o gráfico é fácil perceber uma progressão linear crescente da população a cada ano. Inicialmente pensei que seria possível fazer por regra de três, não consegui”.

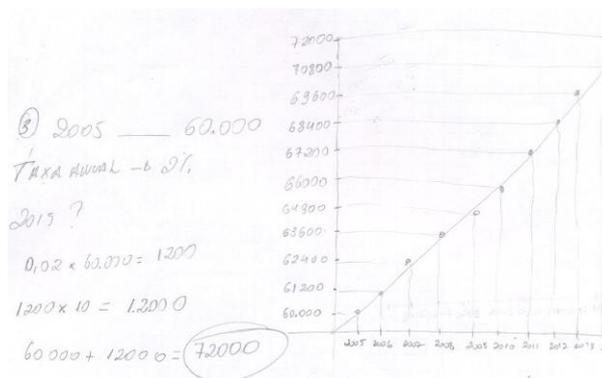


Figura 12-Resposta do Estudante A- letra A e B

O estudante A apresentou um gráfico (figura 12) de uma função linear. Mobilizou os conceitos de multiplicação e cálculo de porcentagem com crescimento linear, não conseguiu perceber que o crescimento populacional é exponencial.

O aluno B deu a seguinte justificativa “a tendência de crescimento do gráfico é linear, sempre é uma reta”.

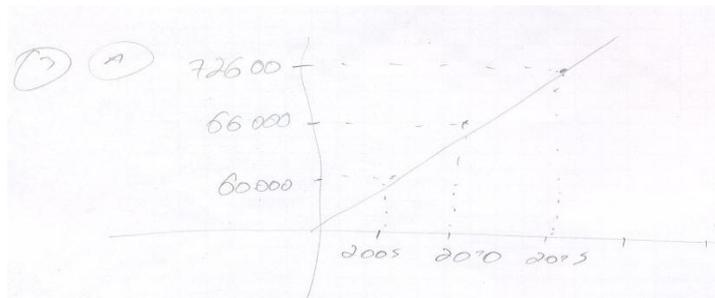


Figura 13-Gráfico do estudante B

O estudante B fez um esboço gráfico (figura 13) de uma função linear. Não apresentou nenhuma estratégia de resolução, apenas a representação gráfica de uma função linear.

O estudante C apresentou a seguinte resposta: “Auxilia na visualização do crescimento, podemos ver o tamanho de sua dimensão. Utilizei a formula de juros simples, depois somei com o valor anterior de habitantes” (figura 14).

Handwritten calculation showing the use of simple interest to find population in 2015. It starts with '2005 -> 60.000'. Then it states '2% taxa crescimento = 0,02 / 2005 -> 2015 = 10 anos'. The calculation is $60000 \cdot 0,02 \cdot 10 = 12.000$. Finally, it says 'assim 60.000 + 12.000' and underlines the result '72.000 habitantes'.

Figura 14-Resposta do estudante C

O estudante C apesar de desenhar um gráfico (figura 15) próximo á curva da função exponencial, coloca a relação de dependência das variáveis de forma invertida, ou seja, ao invés do crescimento em função do tempo, expressou o tempo em função do crescimento.

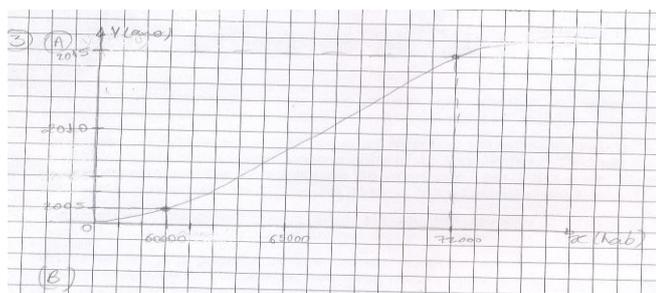


Figura 15-Gráfico do Estudante C

Nota-se, portanto, que ele não conseguiu perceber que o crescimento populacional, representa uma função exponencial e não linear.

O estudante D justificou da seguinte maneira: “Multiplicação simples a taxa anual é 2%, passam 10 anos. 20% em 10 anos!”

03) 2015 - 2005 = 10 anos $\xrightarrow{2\% \text{ Anos}}$
2% AA
 $60000 \times 20\% \text{ 10 anos} = 12.000$
Just. População em 10 anos = 72.000
Multiplicação simples pois a taxa anual é 2%,
passou 10 anos. 20% em 10 anos.

Figura 16- Resposta do estudante D- letra A

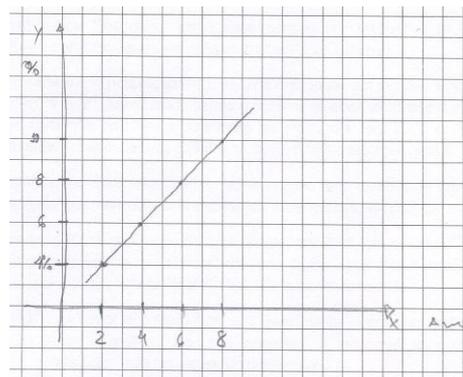


Figura 17-Gráfico do Estudante D

O estudante A apresentou um gráfico de uma função linear, uma é uma reta, nota-se que não mobilizou esquemas relativos à função exponencial, mas sim para a função linear, consegue fazer cálculo de porcentagem relacionando-o à função linear.

6. Resultados e reflexões

Neste breve estudo investigativo foi possível perceber em uma primeira análise, a grande dificuldade que os estudantes apresentam ao lidar com situações que envolvem a função exponencial.

Com relação aos esquemas mobilizados pelos estudantes, os alunos apresentam alguns conceitos prévios necessários ao estudo da função exponencial, como: conceito de função, representação de uma reta no eixo cartesiano. Supomos que nem todos os conceitos mobilizados apareceram na resolução das atividades.

Foi possível perceber que a respeito do conceito de função exponencial, os estudantes apresentam dificuldades para resolver os problemas que exigem as conversões de registro de representação: figural para algébrico, algébrico para gráfico, além disso, confundem problemas de crescimento exponencial com linear. Outro aspecto importante observado, foi a dificuldade apresentada por eles em relatar, explicar, em linguagem natural

as estratégias de resolução e as antecipações para agir em cada situação. Este fato também dificultou a análise dos esquemas mobilizados por eles.

Um aspecto fundamental a ser levado em consideração é sobre a formação inicial, proporcionada pela licenciatura aos futuros professores da Educação Básica. As produções dos estudantes e as análises realizadas nos dão pistas de que a formação inicial pode não estar dando conta de preparar os estudantes, ao menos no que se refere às situações que envolvem o conceito de função exponencial, para a docência na Educação Básica. Nessa perspectiva percebemos a necessidade de desenvolver em nossa pesquisa de mestrado situações de aprendizagem nas quais os estudantes possam resignificar os conceitos, reestruturar os esquemas, na construção de campos conceituais que deem conta da função exponencial.

REFERÊNCIAS

DUVAL, Raymond. *Semiósis e Pensamento Humano: registros semióticos e aprendizagens intelectuais*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009

FRANCHI, A. Considerações sobre a Teoria dos Campos Conceituais. In MACHADO, S.D. et al. *Educação Matemática: uma (nova) introdução*. 3 edição. São Paulo: EDUC, 2010.

MOREIRA, Marco Antônio. A Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, O Ensino De Ciências e a Pesquisa nesta Área. *Revista Investigações em Ensino de Ciências – V7(1)*, pp. 7-29, 2002. Disponível em:
<http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID80/v7_n1_a2002.pdf>

SMOLLE, Kátia Cristina Stocco; DINIZ, Maria Ignez de Souza Vieira. *Matemática Ensino Médio*. Vol. 1- 6 ed. São Paulo Saraiva, 2010.

SOUZA, Joamir Roberto de Matemática. *Coleção Novo Olhar vol.-1* 1ed. São Paulo, FTD, 2012.

VERNAUD, Gérard. O que é aprender. In BITTAR, Marilena; MUNIZ, Cristiano A. *Aprendizagem Matemática na perspectiva da Teoria dos campos Conceituais*. 1. ed. Curitiba: Editora CV, 2009.