

---

## Como a Emergência de Conceitos identifica a Reorganização do Pensamento no estudo das Funções Logarítmicas?

---

### **Karine Socorro Pugas da Silva**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia  
helppugas@gmail.com

### **Marcus Túlio de Freitas Pinheiro**

Universidade do Estado da Bahia  
mtuliop@gmail.com

### **Resumo**

O artigo produzido foi desenvolvido em uma turma de primeiro semestre de Licenciatura em Matemática no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), cujo objetivo consistiu em verificar se a metodologia de Emergência de Conceitos pode identificar a reorganização do pensamento no estudo das funções logarítmicas. A pesquisa foi qualitativa, mas a metodologia pôde ser modelada ao longo do processo. O aporte teórico utilizado para balizar este estudo encontra-se na Teoria das Situações Didáticas, de Guy Brousseau, e no uso da Tecnologia na Educação Matemática. A análise dos dados obtidos aconteceu a partir da escolha de dois *softwares* livres, o Tropes (para análise semântica) e o Gephi, para análise de Redes; ambos compõem a metodologia de Emergência de Conceitos. O feedback positivo dessa pesquisa foi produzido durante toda a aplicação da sequência didática, análise e devolutiva dos alunos ao final do trabalho.

**Palavras-chave:** Emergência de Conceitos. Funções Logarítmicas. Sequência Didática. GeoGebra. Teoria das Situações Didáticas.

---

## How does the Emergency of Concepts identify the reorganization of thought in the study of Logarithmical Functions?

---

### **Abstract**

The article was developed in a first semester class of Mathematics Degree in the Federal Institute of Education, Science and Technology of Bahia (IFBA), whose objective was to verify if the methodology of Emergency of Concepts can identify the reorganization of the thought in the study of the logarithmic functions. The research was qualitative, but the methodology could be modeled throughout the process. The theoretical contribution used to mark this study is found in Guy Brousseau's Theory of Didactic Situations and in the use of Technology in Mathematical Education. The analysis of the obtained data happened from the choice of two free softwares, the Tropes (for semantic analysis) and Gephi, for analysis of Networks; both make up the methodology of Emergency of Concepts. The positive feedback from this research was produced throughout the application of the didactic sequence, analysis and devolution of the students to the end of the work.

**Keywords:** Emergency of Concepts. Logarithmic Functions. Following teaching. GeoGebra. Theory of Didactic Situations.

## **Introdução**

Este artigo foi produzido a partir do estudo realizado durante o Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologias Aplicadas à Educação – GESTEC, na Universidade do Estado da Bahia. O lócus da pesquisa coincidiu com o local de trabalho de um dos autores, o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), com alunos do primeiro semestre da Licenciatura em Matemática, visto que a inquietação emergiu do próprio fazer pedagógico e do desempenho dos discentes nesse processo.

Durante o ensino-aprendizagem das funções logarítmicas, verificou-se que alguns entraves atrapalhavam a compreensão dos alunos na interpretação dos problemas envolvendo as funções logarítmicas, entre eles: a localização de pontos no Plano Cartesiano, a dificuldade de entender a linguagem formal da Matemática, a apropriação das operações potenciação e radiciação, a linguagem algébrica, a representação gráfica e a representação algébrica.

Com o propósito de uma educação voltada para a construção da cidadania, e com o intuito de promover a formação de futuros professores que busquem o questionamento e o espírito de pesquisador, o uso da tecnologia foi uma escolha dos autores, uma vez que o espaço escolar precisa se adequar aos recursos tecnológicos usados hoje pelos alunos nos mais diversos ambientes extraescolares para potencializar a aprendizagem de forma autônoma, possibilitando aos discentes a aquisição do conhecimento, mediados pelo professor.

Esse trabalho obteve como um dos produtos finais a *construção, aplicação e análise* de uma Sequência Didática, com ajuda de aporte tecnológico (GeoGebra) e da análise semântica e de redes, com o intuito de tornar o ensino das funções logarítmicas mais efetivo.

## **Justificativa**

De acordo com os artigos de Reis (2015), Rocha (2010) e Batista (2004), a utilização de *softwares* matemáticos proporciona ao aluno: a visualização, modelagem, simulações, conexões, experimentos e conjecturas em gráficos que representam uma determinada função. É nesse ambiente tecnológico que ele tem a oportunidade de se expressar, visualizar, confrontar e remodelar suas ideias anteriores sobre as funções e até mesmo desenvolver novos conceitos de funções. Dessa

forma, a exploração de possibilidades mediante o uso de *softwares* gráficos na pesquisa é justificada.

Durante o processo de ensino-aprendizagem, o discente precisa se capacitar para construir seu próprio conhecimento - movimento de se apropriar e desenvolver o conhecimento - de forma crítica. Para Becker (2008), a construção de novos conhecimentos está atrelada ao processo de interação entre o sujeito e o objeto. Este mesmo autor afirma que para ocorrer a apropriação do conhecimento por parte do aluno é necessário que o professor proponha algo significativo, que o aluno aceite de certa forma a provocação do professor e busque respostas às perguntas (perturbações), que o aluno interaja com este material (meio), e a construção deste conhecimento dar-se-á a partir das vivências do próprio aluno. Dessa forma, para embasar esse trabalho foi escolhida a Teoria das Situações Didáticas (TSD), desenvolvida por Guy Brousseau, justificada por propor uma interligação entre aprendiz, professor e o meio onde acontecem a difusão e aquisição de conhecimentos.

Este trabalho teve como norte investigar *como construir, aplicar e analisar uma sequência didática para o ensino das funções logarítmicas com o suporte tecnológico do GeoGebra que promova a reorganização do pensamento?*

Na busca de resposta para este questionamento, este estudo utilizará a metodologia de Emergência de Conceitos que consiste na análise semântica e de redes, para verificação das possibilidades de uma sequência didática em potencializar o ensino das funções logarítmicas com o uso do GeoGebra, tendo como foco o olhar (a ação) do professor em sala de aula.

## **Objetivos**

Nesse contexto, o objetivo geral deste artigo consistiu em verificar se a metodologia de Emergência de Conceitos pode identificar a reorganização do pensamento no estudo das funções logarítmicas. As estratégias para alcançar esse objetivo foram construir, aplicar uma sequência didática para o ensino das funções logarítmicas com o uso do GeoGebra e analisar os dados obtidos com a metodologia de Emergência de Conceitos (Análises Semântica e de Redes), por meio dos *softwares* Tropes e Gephi.

Houve a necessidade de um diálogo com alguns autores e este aporte teórico será apresentado com o intuito de embasar as questões levantadas nesse estudo.

## **Referencial Teórico**

A história do ser humano é marcada pela criação e desenvolvimento de técnicas que surgem com o propósito de solucionar as necessidades humanas, ou descomplicar as suas atividades diárias. Os

progressos da ciência e das técnicas acarretam a produção da tecnologia que hoje se encontra imbricada em todas as áreas da vida humana, provocando novas formas de pensar e atuar em comunidade.

Em consonância com Hetkowsky et al (2012) e Lima Jr. (2004), todas as habilidades e conhecimentos visando à produção humana podem ser considerados como técnica, ao passo que a forma como produzimos, pensamos e atuamos no mundo se caracteriza como tecnologia.

De acordo com o artigo *The Psychological Consequences of Computerization* (1981), do autor russo O. K. Tikhomirov, existem três teorias basilares sobre a interferência das tecnologias no funcionamento humano, que são: a primeira trata-se da Substituição – segundo a qual as tecnologias digitais são vistas com o simples propósito de deslocar uma atividade mental do ser humano para o computador, em que o papel de mediação é inexistente; a segunda, a Suplementação – na qual o homem tem no computador um auxiliar às suas tarefas intelectuais, tem-se a noção de ferramenta, uma sobreposição entre o homem e a tecnologia; e, por fim, a teoria da Reorganização do Pensamento - que traz consequências para a aprendizagem da Matemática, de forma que a tecnologia digital, assim como a linguagem, modificou completamente a estrutura do pensamento. Nessa última, as TIC são vistas como “ponte” entre o desempenho humano e as possibilidades intelectuais geradas pelo seu próprio uso. “Em outras palavras, com a utilização do computador não pensamos mais, não pensamos melhor: pensamos diferente” (ROLKOUSKI, 2012, p. 51).

As três teorias apresentadas por Tikhomirov (1981) foram esquematizadas por Rolkouski (2012, p. 50), conforme a figura 1:

**Figura 1 – Teorias sobre a relação dos seres humanos com as mídias**



Fonte: Adaptado de TIKHOMIROV, 1981.

Lévy (2011, p. 41) considerou o computador como “um operador de potencialização da informação. [...]. Toda leitura em computador é uma edição, uma montagem singular. [...] Enfim, o suporte digital permite novos tipos de leituras (e de escrita) coletivas”.

Conforme o conceito de “virtual” elaborado por Lévy (2011) pode-se dizer que os *softwares* matemáticos gratuitos possuem uma “virtualidade de mudança”, pois, no momento em que os estudantes são incentivados e/ou provocados a resolver um problema do cotidiano, utilizando essas ferramentas, temos um “complexo problemático”, conflitos, dinâmicas de colaboração, o surgimento de novas competências e habilidades que mediante um “processo de resolução” se “atualiza de maneira mais ou menos inventiva”.

Trabalhar com tecnologia não se resume a trocar o giz/piloto por datashow, e sim mudar as estratégias de ensino. Hoje, a informação está apenas a um click; através da internet descortinamos o mundo: são os hipertextos, que fazem com que a pesquisa não siga uma linearidade. Sabemos onde começamos a buscar as informações, mas o nosso interesse vai nos levar por caminhos novos e esses caminhos proporcionam novos aprendizados e trocas. Como destacado por Lévy (2011), o hipertexto é constituído de nós (os elementos de informação, parágrafos, páginas, imagens, sequências musicais, etc.) e de ligações entre esses nós (referências, notas, indicadores, “botões” que efetuam a passagem de um nó a outro).

Com a criação de tecnologias voltadas à representação gráfica de funções houve, segundo Borba et al (2014, p. 27), uma abertura para investigação matemática – novas formas para *pensarmos-com-tecnologias*<sup>1</sup>.

Essa análise nos mostra que o *software* apenas não consegue resolver o problema da aprendizagem de conteúdos matemáticos, sem a intervenção do professor desde o momento em que ele planejou a atividade (qual era sua intenção ao escolher aquele *software*, se aquele é o melhor *software* para a aprendizagem de determinado conteúdo), durante a realização da mesma e ao final, quando ele solicita que os alunos evidenciem o que aprenderam a partir daquelas construções.

O uso do Geogebra, criado por Markus Hohenwarter, é justificado nessa pesquisa por conta de vários fatores, dentre eles o fato de ser um *software* livre<sup>2</sup> de Matemática Dinâmica, que engloba, em um único ambiente, ferramentas de Geometria, Estatística, Cálculo, Álgebra Linear.

Com esse *software*, pretendemos proporcionar várias possibilidades para que os estudantes possam investigar ou criar estratégias de resolução de determinada sequência didática e testar

---

<sup>1</sup> “A natureza dos problemas e da atividade matemática está em simbiose com o design das tecnologias que utilizamos, com as potencialidades das mídias que usamos para fazer sentido a conceitos ou produzir conhecimentos matemáticos” (Borba et al, 2014, p. 27).

<sup>2</sup> *Software* de Código Aberto disponível gratuitamente para usuários não comerciais.

hipóteses, oportunizando visões ampliadas além do ambiente lápis e papel. Como afirmam Borba e Penteadó (2001, p. 43), “o enfoque experimental explora ao máximo as possibilidades de rápido feedback das mídias informáticas”.

Para elaboração das situações didáticas no *software* matemático escolhido, a Teoria das Situações Didáticas (TSD) foi utilizada como aporte teórico. A TSD desenvolveu-se com pesquisador francês Guy Brousseau, na década de 1970, e, segundo Almouloud (2007), esta teoria busca criar um modelo de interação entre o aprendiz, o saber e o *milieu*<sup>3</sup> no qual a aprendizagem deve se desenrolar.

Dessa forma, para Almouloud (2007, p. 31-32), o objetivo principal da TSD é caracterizar todo um processo de aprendizagem a partir de situações que possam ser reproduzidas e possibilitem a modificação de um conjunto de comportamento dos alunos. “Essa modificação é característica da aquisição de um determinado conjunto de conhecimentos, da ocorrência de uma aprendizagem significativa.”

De acordo com a teoria de Brousseau (2008), o *milieu* consistia em um “subsistema autônomo, antagônico ao sujeito”. O conceito de *situações didáticas* sofreu alteração ao longo do tempo - na década de 1970, “eram aquelas que serviam para ensinar, sem que fosse levado em consideração o papel do professor”; anos mais tarde, o autor passou a considerar como “os modelos que descrevem as atividades do professor e do aluno [...] é todo o contexto que cerca o aluno, nele incluídos o professor, o sistema educacional” (BROUSSEAU, 2008, p. 21).

Segundo Brousseau (2008, p. 53), situação didática é uma interação entre o sujeito, o professor e o meio didático com a intenção de promover a aprendizagem. Para modelar a TSD, Brousseau sugere o Triângulo Didático, conforme figura 2, que abrange esses três elementos que fazem parte de uma convivência dinâmica e complexa – a relação didática.

Figura 2 – O Triângulo Didático



<sup>3</sup> Segundo Almouloud (2007), o uso do termo *milieu* é empregado em francês no lugar de sua tradução “meio” por achar que este não dá conta da ideia que está em jogo.

Fonte: POMMER (2013, p. 13)

De acordo com Brousseau (2008, p. 34-35), as situações adidáticas possuem as seguintes características: o problema matemático é escolhido com o objetivo de promover autonomia na aprendizagem do aluno – pela própria dinâmica da situação, o aluno atua, reflete e evolui; a própria lógica interna da situação impulsiona o aprendizado do aluno e, durante a realização das atividades, o professor tem o papel de mediador.

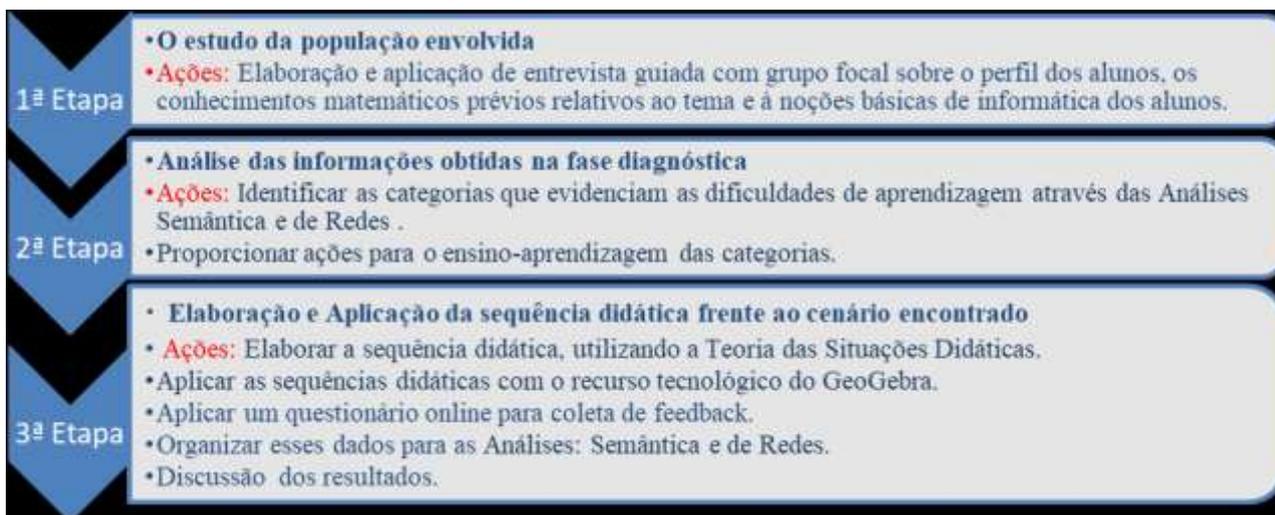
A TSD se preocupa como determinado conteúdo matemático será abordado pelo professor diante da relação pedagógica estabelecida com seus alunos, possibilitando uma aprendizagem significativa para o aprendiz. Neste artigo, tem-se a preocupação de elaborar situações didáticas de aprendizagem que possibilitem a apropriação de conhecimentos matemáticos referentes às funções logarítmicas aos alunos de Licenciatura, promovendo reflexões na professora frente às etapas propostas por Brousseau (2008): *ação, formulação, validação e institucionalização*.

## **Metodologia**

Segundo Godoy (1995), cabe ao pesquisador ir a campo buscar ou “captar” a dinâmica do evento a partir do olhar dos sujeitos (participantes). Portanto, este estudo constitui uma pesquisa social, e, portanto, teve o caráter qualitativo.

Pelo fato de o lócus de pesquisa coincidir com o local de trabalho e para manter o distanciamento necessário com fito do rigor científico, este artigo teve apoio do referencial teórico e de procedimentos metodológicos específicos (triangulação), procurou-se uma diversidade de sujeitos, uma variedade de fontes de dados (observações, entrevistas, depoimentos escritos e orais, documentos), e diferentes perspectivas de interpretação dos dados (análise semântica e análise de redes). De acordo com o tema e objetivos da pesquisa, esta foi dividida em três etapas, representadas pela figura 3.

**Figura 3 – Etapas da Pesquisa**



Fonte: Adaptada dos pesquisadores, 2016.

Gatti (2012, p. 12-13) compreende o grupo focal como uma técnica de levantamento de dados, ancorada pela dinâmica interacional de um grupo de pessoas, com o suporte de um mediador.

Da análise das informações obtidas na fase diagnóstica, foi realizada a triagem das informações preliminares essenciais para o ponto de partida da pesquisa. Para a identificação das dificuldades de aprendizagem foram utilizados dois *softwares*: o Tropes para Análise Semântica e o Gephi para a Análise de Redes, que serão detalhados mais a diante.

Na fase de elaboração e aplicação de sequência didática frente ao cenário encontrado, utilizou-se a Teoria das Situações Didáticas e o recurso tecnológico do GeoGebra.

Durante essa pesquisa, foram observados o interesse, a motivação, as intervenções, as interações e a apropriação do conhecimento matemático frente a esse assunto.

A turma foi dividida em grupos focais, conforme a figura 4, para realização da entrevista guiada em setembro de 2016, com a participação de 22 discentes.

**Figura 4 – Grupo Focal**



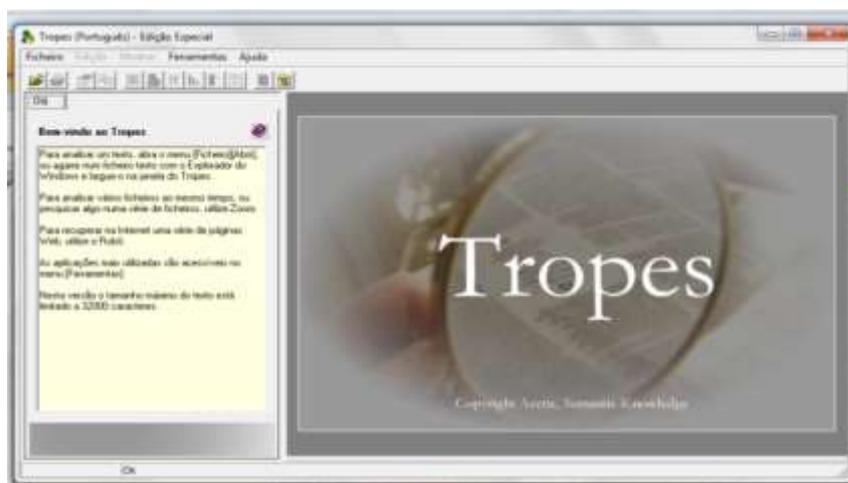
Fonte: Arquivo dos Pesquisadores, 2016.

A entrevista guiada foi elaborada com 13 questões, dividida em três blocos: Bloco A - Perfil dos Alunos, Bloco B - Conhecimentos Prévios de Matemática e Bloco C - Conhecimentos Prévios de Informática. Posteriormente, esses três blocos de questionamento foram agrupados em Todas as Respostas (A, B e C).

No bloco B, as perguntas versavam sobre os conhecimentos prévios de Matemática, tais como: quanto à Educação Básica (Fundamental e Ensino Médio), quais eram as dificuldades de vocês com a Matemática?; no estudo de funções, quais foram as suas principais dificuldades?; quais as dificuldades que vocês têm com a resolução de problemas envolvendo funções?; e defina, com suas palavras, o logaritmo.

Para avaliação das respostas, foi utilizada a metodologia de Análise de Emergência de Conceitos composta pela Análise Semântica para interpretação dos dados, com o objetivo de investigar o comportamento de convergência e/ou divergência de sentidos em torno dos conceitos geradores e da Análise de Redes, originada das relações entre os conceitos da fase anterior gerada no analisador semântico, o *software* Tropes, específico para análise semântica, cuja versão 7.2.3, demonstrativa em português, pode ser obtida em: <http://www.semantic-knowledge.com/download2.htm>. A figura 5 apresenta a tela principal de visualização do Tropes após o *download*.

**Figura 5 – Interface do Tropes**



Fonte: Pesquisadores, 2016.

A metodologia empregada nessa fase teve como finalidade verificar, de acordo com Pinheiro (2012, p. 92-93), a emergência das relações entre as expressões adotadas pelos sujeitos da pesquisa em volta dos conceitos geradores de cada pergunta feita na entrevista.

O Tropes proporciona a construção do cenário de investigação, com exposição de diversos tipos de análises, entre elas a morfossintática e a léxico-semântica. Na Análise Morfossintática, a categoria morfológica de cada palavra que forma um enunciado linguístico e de seus homônimos é

identificada, com o objetivo de classificá-las gramaticalmente. Na Análise Léxico-semântica, segundo Costa (2015, p. 339), o estudo consiste no significado e na sua interpretação dentro das estruturas do discurso.

De acordo com o site da Cyber Lex, disponível em <https://cyberlexport.wordpress.com/produse/tropes-2/bibliografie/>, e com Pinheiro (2012, p. 94), com o objetivo de facilitar a análise, o papel do motor semântico consiste na divisão do texto em sentenças significativas (frases simples). A análise semântica se configura como a mais complexa no processamento da informação, realizada por meio do *software*, visa atribuir a todas as palavras significativas do texto as categorias correspondentes, agrupando em classes e examinando a ordem de ocorrência ao longo de todo o texto.

Para realização da análise semântica dos discursos gerados nas entrevistas foi obtida a versão demonstração do Tropes<sup>4</sup> a partir da página <http://www.semantic-knowledge.com/download2.htm>. A análise semântica dos arquivos de texto com as informações dos quatro Grupos Focais organizados foi realizada por intermédio do Tropes.

O *software* Tropes elaborou uma sequência de etapas: primeiramente, houve a inserção dos arquivos de texto (arquivados em uma pasta); logo após, houve a geração da análise semântica para o arquivo “Resposta”; e, por fim, a geração de gráficos em esferas a partir das “Referências Utilizadas”.

Fundamentado na análise semântica, o Tropes produziu as “Referências Utilizadas” para os conceitos gerados dos quatro blocos de perguntas, em função das respostas fornecidas pelos discentes a partir das entrevistas. Os resultados dessa análise foram expostos por meio da representação gráfica em esferas. Este gráfico se caracteriza por reproduzir a distância entre as referências centrais e as secundárias, sendo proporcionais as relações que as ligam. Portanto, se duas esferas ficam muito próximas, têm muitas relações em comum; quando ficam afastadas, têm poucas relações em comum e, além disso, é de tamanho variável, em função do número de ocorrências, o que pode ser expresso na Figura 6, que representa como referência central “Logaritmo” e apresentou maior dispersão quando comparada a outras categorias analisadas, devido ao fato de a maioria dos alunos desconhecer o conceito de Logaritmo ou saber apenas calculá-lo.

**Figura 6 – Representação referente à Logaritmo**

---

<sup>4</sup> Segundo Pinheiro (2012, p. 92), O software Tropes é especialista em análise semântica, comercializado pela Cyber Lex – Gestão da Informação e do Conhecimento Ltda.



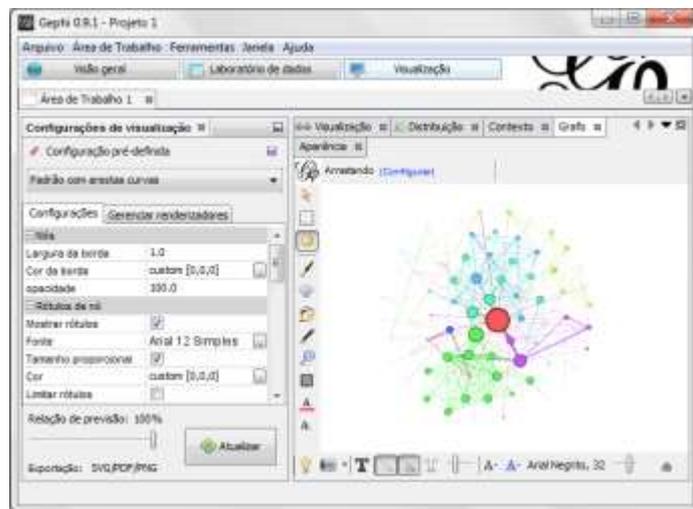
Fonte: Arquivo dos pesquisadores, 2016.

Se o pesquisador pretender visualizar outras relações existentes nas esferas periféricas, basta clicar diretamente sobre cada objeto no gráfico, que é um hipertexto, e, como tal, proporciona a navegação por todo o conteúdo, gerando os seus microuniversos.

Em função da gama de dados produzidos pelas entrevistas e da dispersão encontrada na maioria dos resultados, houve a necessidade de recorrer a uma análise complementar, mediante a Análise de Redes, do Gephi.

O *download* do programa Gephi versão 0.9.1 encontra-se no site <https://gephi.org/> e, de acordo com as informações contidas nessa página oficial, seu objetivo central é a “visualização e exploração de todos os tipos de gráficos e redes” de forma gratuita. O único pré-requisito para o funcionamento do Gephi é a instalação do Java Runtime Environment (JRE). A interface desse *software* pode ser visualizada na figura 7.

**Figura 7 – Interface do Gephi versão 0.9.1**



Fonte: Pesquisadores, 2016.

Pinheiro (2012, p. 196 e 198) afirma que, para análise de uma rede, “são necessárias as definições prévias das representações dos nodos e dos tipos de ligações que farão parte da composição do grafo da rede” e que a topologia das redes (grafo, termo mais utilizado na literatura

matemática), “é um conjunto de vértices interligados. Os vértices são denominados *nodos* e as ligações são denominadas *arestas*”.

As redes são classificadas também se levando em consideração a variação ou não dos tipos de nodos ou vértices, podendo apresentar nodos de naturezas diferentes, ou nodos de natureza única. Quanto às ligações ou arestas, as redes podem apresentar direcionamentos de ligações ou ligações não direcionadas. O tipo mais simples de rede é o que apresenta uma única natureza de nodos e ligações não direcionadas. A intensidade das ligações que representam a frequência de relações entre os nodos também é um parâmetro considerado para a tipologia da rede. (PINHEIRO, 2012, p. 198)

Para representação gráfica das relações entre as categorias, o algoritmo escolhido foi a distribuição *Fruchterman-Reingold*, criado por Thomas Fruchterman e Edward Reingold em 1991, que tem como principais objetivos “a distribuição dos vértices de forma igualitária no espaço disponível, a minimização do cruzamento de arestas e a uniformização de seu tamanho, além de proporcionar a simetria ao grafo” (FRUCHTERMAN; REINGOLD, 1991<sup>5</sup> apud ANDRADE; LIMA, 2013).

Foram elaboradas duas redes correspondentes às relações entre as referências geradas de Todas as Respostas e Questionário Online Final. Cada rede apresenta no seu contexto o número de nós, arestas, tipo de grafo; nesta pesquisa, em todas as redes, foi utilizado o não-dirigido, “onde a espessura das arestas indica o peso dessas relações e a quantidade de arestas ligadas aos nós informa quais as referências mais densas na rede” (Pinheiro, 2012, p. 110).

Além da distribuição Fruchterman-Reingold, todas as redes, criadas naquele *software*, foram modificadas quanto às cores dos nós em função do seu grau de conexões (ou seja, número de arestas que estão conectadas). A coloração amarela indica as arestas e nós menos intensos da rede, o que representa um baixo grau de ligações entre as referências; a cor intermediária é laranja, que tende para o azul com o aumento da intensidade das relações.

## **Aplicação da Sequência Didática:**

Os alunos do primeiro semestre de Licenciatura em Matemática participaram, de forma individual, das atividades realizadas no Laboratório de Informática.

A Sequência Didática 01, que trata do Estudo da Função Logarítmica, foi composta de três partes; este artigo analisou a terceira parte, conforme figura 8.

**Figura 8 – O Estudo da Função Logarítmica**

---

<sup>5</sup> FRUCHTERMAN, Thomas M.; REINGOLD, Edward M. Graph Drawing by Force-directed Placement. *Software-Practice and Experience*, vol.21, nov.1991. Disponível em <[http://pdf.aminer.org/001/074/051/graph\\_drawing\\_by\\_force\\_directed\\_placement.pdf](http://pdf.aminer.org/001/074/051/graph_drawing_by_force_directed_placement.pdf)>. Acesso em: 25 de abril de 2013.

Ao abrir o software GeoGebra, insira na Janela de Visualização, os “eixos” e as “malhas”. Feito isso, com a ferramenta Controle Deslizante, crie o controle deslizante para o parâmetro  $a$ . No Campo de Entrada, digite a função  $f(x) = \log(a, x)$  para representar a função  $f(x) = \log_a x$ . Então, movimente de diversas maneiras o Controle Deslizante para ver o que acontece. Para isso, clique com o botão direito em cima do Controle Deslizante e anime ou, então, faça manualmente. Depois de ter realizado esta movimentação do controle, responda:

PARTE 03:

9. Plotar a função  $p(x) = x$  e depois a função  $q(x) = x^2$ . Agora verifique como será o gráfico que representa a função  $r(x) = \log(p(x) \cdot q(x))$ . E agora compare com o gráfico que representa a função  $s(x) = \log(p(x)) + \log(q(x))$ .

10. Verificar como será o gráfico que representa a função  $t(x) = \log(p(x); q(x))$ . Comparar com o gráfico que representa a função  $u(x) = \log(p(x)) - \log(q(x))$ .

Salve o arquivo com a terminologia: seu nome.ATIV1\_PARTE03.ggb

Fonte: Pesquisadores, 2016.

Para realizar esta análise foram considerados apenas os oito alunos que participaram de todas as etapas (encontros) do processo: Roberta, Fabrício, Sandro, Felipe, Marcela, Vitor, Lidiane e Júlia. Dessa forma, apresentam-se as respostas dos alunos, transcritas na Tabela 1, referentes a 10ª questão da Sequência Didática 01.

Tabela 1 – Sequência 01 - Resposta 10

Aluno	Resposta fornecida à questão 10
Roberta	É verificado que quando há uma multiplicação em log é possível ocorrer também uma subtração. Ambas com o mesmo resultado.
Fabício	A função $t(x) = \log(p(x); q(x)) \rightarrow$ representa uma reta. A função $u(x) = \log(p(x), q(x)) =$ parábola.
Sandro	As funções têm o mesmo gráfico.
Felipe	São iguais. Elas se equivalem.
Marcela	Quando existe uma multiplicação em log, também acontece uma subtração, onde existirá um mesmo resultado.
Vitor	O que pode se perceber quando se utilizou as propriedades de logaritmo da divisão ele plotou uma nova função logaritmica decrescente.
Lidiane	A $t(x)$ e a $u(x)$ também são equivalentes.
Júlia	Observa-se que quando tem multiplicação na função logaritmica é possível ocorrer também uma subtração. Tendo duas funções o mesmo resultado.

Fonte: Arquivo dos pesquisadores, 2016.

Na questão 10, apenas o aluno Vitor conseguiu responder e justificar corretamente a partir da representação gráfica no GeoGebra, enquanto as alunas Roberta, Marcela e Julia erraram apenas a justificativa, ao associar a igualdade da representação gráfica à propriedade de logaritmo, confundindo multiplicação com quociente. Sandro, Felipe e Lidiane responderam corretamente, mas não justificaram, e Fabrício errou quando associou os gráficos que representam duas funções logarítmicas às funções afim e quadrática (reta e parábola).

Após a realização da Sequência Didática foi aplicado um Questionário Online Final com cinco questionamentos. A tabela 2 exemplifica a resposta a uma das perguntas realizadas aos discentes, mas a Análise de Rede foi realizada com todas as respostas dos oito alunos estudados, conforme figura 9.

Tabela 2 - Respostas no Questionário Online Final sobre o Geogebra ser um facilitador da aprendizagem

ALUNOS	O software GeoGebra facilitou de alguma maneira o seu aprendizado? Por quê?
Vitor	Possibilitou o desenho da curva, o que facilita perceber o desenho do gráfico facilitando o aprendizado.
Roberta	Sim, de modo a ajudar na visualização dos gráficos das funções.
Fabricao	Sim. Exceto a minha adaptação à ferramenta GeoGebra. Ele é muito prático.
Marcela	Sim, na visualização de gráficos.
Felipe	Sim, porque foi possível visualizar a função fazendo o conhecimento teórico ser palpável.
Sandro	Sim. Através do programa foi possível visualizar as formas e gráficos de uma função logaritmica
Laura	Com certeza, Esse software é fundamental para o entendimento nesses assuntos. Facilita bastante a visualização dos gráficos, com as animações faz percebermos as mudanças de forma clara, porque sem o auxilio dele eu teria mais dificuldade em relação a responder e entender algumas questões.
Julia	Sim. Pois, em algumas situações quando plotamos as funções a visualização fica melhor e entendemos mais a questão.

Fonte: Arquivo dos pesquisadores, 2016.

Figura 9 – Rede do Questionário Online Final

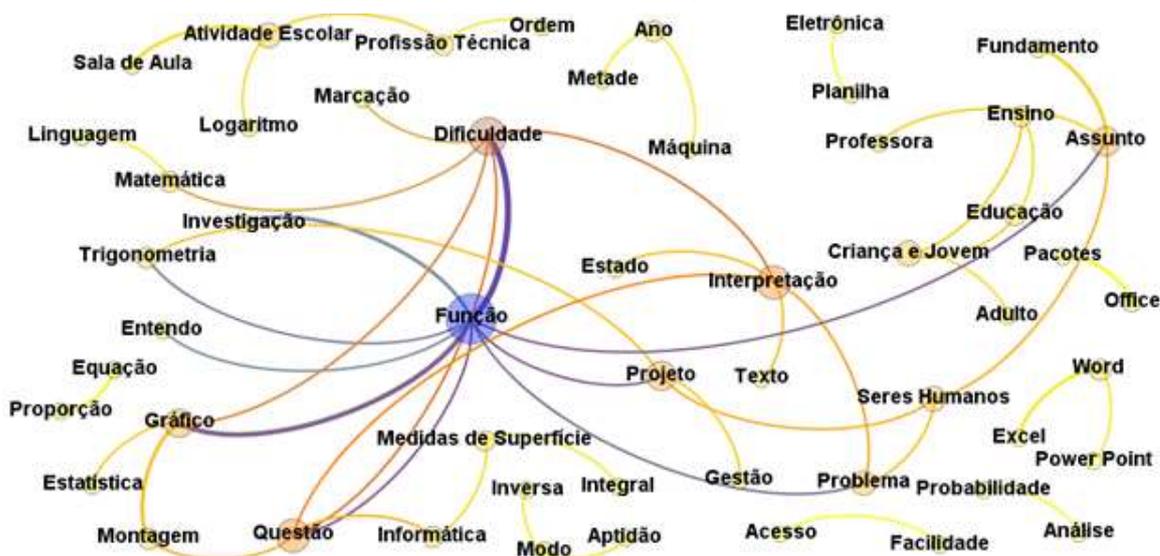


Fonte: Arquivo dos pesquisadores, 2016.

A análise comparativa entre a topologia das redes referentes ao Questionário Online Final, geradas pelo Gephi (Figura 9) com Todas as Respostas da entrevista inicial (Figura 10), é um dos focos dessa pesquisa. Dessa forma, foi percebido que o peso dos nós é maior na rede gerada em Todas as Respostas, o mesmo ocorrendo com os valores de modularidade, que representam a quantidade de nós fortemente conectados (Clusters). Quanto à densidade, a rede que representa o Questionário tem uma densidade menor quando comparada com Todas as Respostas, e, como principal HUB, temos “Dificuldade”, com um total de seis ligações: “Interpretação”, “Assunto”, “Orientação”, “Facilidade”, “Questão” e “Linha”. Em contrapartida, a referência “Função” (maior HUB) da Rede de Todas as Respostas que antes apresentava uma forte conexão com “Dificuldade”, agora aparece num Cluster composto por “Resolução”, “Problemas” e “Pensamento”. Isso mostra

que houve uma articulação crescente entre conceitos estruturantes no Estudo de Funções Logarítmicas, porque a “Dificuldade” não se encontra mais relacionada com “Função”, e no Questionário já aparece uma ligação com “Facilidade”. Na Rede de Todas as Respostas, os conectores ligados ao HUB central possuem uma média de 4 ligações, enquanto na do Questionário, os conectores ligados ao HUB central possuem apenas essa ligação. A “Facilidade” que antes era um conceito periférico, agora (no Questionário) aparece atrelada ao HUB central. O vértice que representava “Problema” em Todas as Respostas estava relacionado à “Interpretação”, Seres Humanos” e “Função” e no Questionário tem uma forte ligação com “Resolução” e “Pensamento”.

Figura 10 – Rede de Todas as Respostas



Fonte: Arquivo dos pesquisadores, 2016.

## Considerações Finais

O mundo digital transformou potencialmente o espaço escolar. Entretanto, só podemos obter bons resultados se, em primeiro lugar, nos colocarmos em posição de professores/aprendizes capazes de reconhecer a importância da mudança das práticas pedagógicas e procurarmos uma formação continuada.

Surge a necessidade de uma profunda reflexão pedagógica para contribuir como ator desse processo em construção com alguns avanços que venham a despertar nos docentes a consciência de que a tecnologia é uma alternativa que já faz parte do nosso dia a dia. Esse é o fator propulsor que cada educador no mundo contemporâneo deve se conscientizar em busca de uma nova postura na arte de educar, de transformar o conhecimento de forma estimulante, em uma necessidade de novos saberes. A urgência de incorporação das tecnologias dentro do ambiente de ensino-aprendizagem

torna-se extremamente essencial por ampliar as possibilidades de construção do conhecimento matemático e reorganização do pensamento.

Nesse sentido, o suporte tecnológico, no presente trabalho, consiste em uma hibridização de duas concepções centrada no processo e como estratégia de inovação, ao descrevê-la como um conjunto de esforços intelectuais e/ou operacionais com o objetivo de sistematizar ou reorganizar a aplicação de novas teorias, conceitos, ideias, técnicas ou aplicações, de modo a potencializar os processos de ensino-aprendizagem, com a intenção de proporcionar ao discente fazer novas leituras sobre um determinado tema.

Esta pesquisa proporcionou à autora uma “ação-reflexão-ação”, sobre a própria práxis pedagógica. Dessa forma, surgiu a necessidade de buscar “novas” formas de ensinar com o suporte teórico da TSD, de Brousseau, e o aporte tecnológico do GeoGebra, com base nos resultados da Análise de Emergência de Conceitos, de Pinheiro (2012), composta por Análises Semântica e de Redes (para a Entrevista e o Questionário).

Este artigo reflete a realidade dos oito alunos que participaram deste estudo, e, portanto, as conclusões obtidas não podem ser generalizadas. A partir disso, foi percebido que o que o trabalho trouxe como uma das contribuições dentro do Ensino das Funções Logarítmicas o “ouvir o aluno” antes de adotar qualquer estratégia de ensino, isso porque, se o principal sujeito da ação pedagógica não for ouvido, de nada adiantará a estratégia a ser utilizada. Dessa forma, é assertiva a contribuição de Godoy (1995) quando diz que cabe ao pesquisador ir a campo buscar ou “captar” a dinâmica do evento a partir do olhar dos sujeitos (participantes). E foram esses “olhares e falas” dos sujeitos que possibilitaram esse trabalho.

Diante de toda pesquisa realizada, concluímos que, a partir da utilização da Análise Semântica e de Redes, este trabalho ganhou mais robustez para subsidiar a compreensão dos processos ocorridos antes, durante e depois das aplicações das Sequências Didáticas. Corroborando Becker (2008, p. 50), o professor “compreende que o aluno só aprenderá alguma coisa, isto é, construirá algum conhecimento novo se ele agir e problematizar a sua ação”.

## Referências

ALMOULOU, S. Ag. **Fundamentos da didática da matemática**. Curitiba: UFPR Ed, 2007.

BECKER, F.; MARQUES, T. B. I. Aprendizagem humana: processo de construção. **Pátio – Revista Pedagógica**, Porto Alegre, RS, v. IV, n. 15, p. 58- 61, 2008.

BORBA, M. C.; SCUCUGLIA, R. R. S.; GADANIDIS, G. **Fases das Tecnologias Digitais em Educação Matemática: sala de aula e internet em movimento**. Belo Horizonte: Autêntica, 2014.

BROUSSEAU, G. **Introdução ao estudo das situações didáticas: conteúdos e métodos de ensino**. São Paulo: Ática, 2008.

- COSTA, E. P. et al. Estudo piloto sobre o discurso de pesquisas científicas em Design da informação: uma abordagem crítico-semântica da coerência da estrutura textual. **InfoDesign: Revista Brasileira de Design da Informação**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 336-356, 2015.
- FRUCHTERMAN, T. M., & REINGOLD, E. M. **Graph drawing by force-directed placement**. Software: Practice and experience, 21(11), 1129–1164, 1991.
- GATTI, B. A. **Grupo Focal na Pesquisa em Ciências Sociais e Humanas**. Brasília: Liber Livro Editora, 2012.
- GEPHI versão 0.9.1. [S.l.]: Gephi Consortium. Disponível em: <[www.gephi.org](http://www.gephi.org)>. Acesso em: 08 ago. 2016.
- GODOY, Arilda Schmidt. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de empresas**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995.
- HETKOWSKI, T. M.; ALVES, L. R. G. (Org.). **Tecnologias digitais e educação: novas (re)configurações técnicas, sociais e espaciais**. Salvador: EDUNEB, 2012.
- JAVA Runtime Environment. [S.l.]: Oracle. Disponível em <[https://www.java.com/pt\\_BR/download/](https://www.java.com/pt_BR/download/)>. Acesso em: 04 ago. 2016.
- LÉVY, P.. **O que é virtual?** Trad. Paulo Neves. São Paulo: Ed. 34, 2011.
- LIMA JR, Arnaud Soares de. Tecnologias intelectuais e educação: explicitando o princípio proposicional/hipertextual como metáfora para a educação e o currículo. **Revista FAEEBA**, Salvador: UNEB, v. 13, n. jul/dez, pg. 401-416, 2004.
- PINHEIRO, M. T. F. **O conhecimento enquanto campo: o ente cognitivo e a emergência de conceitos**. 2012. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.
- POMMER, Wagner Marcelo. **A Engenharia Didática em sala de aula: Elementos básicos e uma ilustração envolvendo as Equações Diofantinas Lineares**. São Paulo; [s.n.], 2013.
- ROLKOUSKI, Emerson. **Tecnologias no Ensino da Matemática**. Curitiba: InterSaberes, 2012. (Série Matemática em Sala de Aula)
- TIKHOMIROV, O. K. **The psychological consequences of computerization**. This Paper was published in Wertsch, J. V. (Ed.). *The Concept of Activity in Soviet Psychology*. New York: M.E. Sharpe Inc. p. 256 – 278, 1981.
- TROPES. Versão 8.4. **Online Reference Manual**. 12ª edição, Maio de 2013. Disponível em <<http://www.semantic-knowledge.com/doc/V81/text-analysis/index.html>>. Acessado em: 07 nov. 2016.
- TROPES-Zoom Software. Versão português. [S.l.]: Semantic-Knowledge. Disponível em: <<http://www.semantic-knowledge.com/download2.htm>>. Acesso em 07 nov. 2016.

Submetido em novembro de 2018  
Aprovado em dezembro de 2018