

O ensino de logaritmos: relato de um processo de elaboração e aplicação de uma tarefa formativa

Rafael Zanotello¹

Suzy Fernanda Pecht²

Mariana Paes Rigão³

Marcelo Dias Pereira⁴

Resumo

O artigo tem como objetivo relatar um processo que envolveu a elaboração e a aplicação de uma tarefa que abordou o assunto logaritmos. A elaboração ocorreu em um dos módulos de um curso de pós-graduação, destinado à formação continuada de professores da Educação Básica, e a aplicação, em uma escola do SESI-SP, com alunos do primeiro ano do Ensino Médio. O processo foi embasado na Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas, abordada por Onuchic e Allevato (2011), e contribuiu para que o assunto pudesse ganhar um sentido prático para os alunos.

Palavras chave: Ensino em Matemática. Logaritmos. Formação de Professores.

Abstract

The objective this article is reports a process that involved the elaboration and application of an activity that broach the logarithms subject. The elaboration was in the module of the graduate degree course, destined to the continued formation of mathematics teachers, and the application was in one SESI-SP School, with students of first year of high school. The process was based on the Methodology of Teaching-Learning-Assessment of Mathematics through Problem Solving, broached by Onuchic and Allevato, in a article published in 2011, and contributed for that logarithms could gain a practical sense for the students.

Key words: Mathematics Teaching, Logarithms. Teacher Formation.

¹ Especialista em Ensino da Matemática nos anos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio. Professor no Centro Educacional SESI – Jundiá. E-mail: rafaelzanotello@yahoo.com.br

² Especialista em Ensino da Matemática nos anos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio. Professora no Centro Educacional SESI – Indaiatuba. E-mail: suzy.fernanda@uol.com.br

³ Especialista em Ensino da Matemática nos anos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio. Professora no Centro Educacional SESI – Indaiatuba. E-mail: mariana.rigao@yahoo.com.br

⁴ Doutor em Educação Matemática. Professor na Faculdade SESI-SP de Educação. E-mail: marcelodpereira@gmail.com

Introdução

Não é recente que a ideia de que a formação continuada de professores é uma das ações necessárias e importantes para proporcionar melhores condições no processo de ensino e aprendizagem. Na década de 1990, Nóvoa (1991), Freire (1991), Mello (1994) e outros já defendiam essa ideia e, particularmente, entendemos que ela é atual.

No sentido de contribuir com essa formação, no ano de 2016 a Faculdade SESI-SP de Educação passou a oferecer cursos de formação continuada para professores e coordenadores pedagógicos. Um dos cursos é o de Especialização em Ensino da Matemática nos anos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio, que neste artigo é referido como Curso, no qual têm sido elaboradas, à luz de bases teóricas da Educação, especialmente da Educação Matemática, atividades práticas que vêm sendo aplicadas em salas de aula, fornecendo dados para investigações, na qual discentes e docentes do Curso estão estudando e refletindo sobre a sua prática docente.

Organizado de forma modular, o Curso se propõe a discutir o ensino e a aprendizagem de alunos da Educação Básica, em matemática, discussão essa fundamentada em teorias e práticas, com o objetivo de contribuir na elaboração, na implantação e na avaliação de projetos didáticos.

Em um dos módulos do Curso, intitulado “O Ensino da Matemática por meio da Modelagem e da Resolução de Problemas” (módulo 6), algumas tarefas foram elaboradas e aplicadas em salas de aula do Ensino Médio, tendo como fundamentação a “Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas”, abordada por Onuchic e Allevato (2011). Estas tarefas envolveram os assuntos logaritmos, funções exponenciais, e funções trigonométricas.

O objetivo deste artigo é relatar o processo envolvendo a elaboração e aplicação da tarefa que abordou o assunto logaritmos, com o intuito de compartilhar com os leitores uma possibilidade de tornar o assunto atrativo aos alunos do Ensino Médio, e, ao mesmo tempo, dividir nossa experiência em um curso de formação continuada de professores.

A metodologia de ensino-aprendizagem-avaliação de matemática através da resolução de problemas

A Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas, segundo Onuchic e Allevato (2011), decorreu da necessidade em considerar ensino, aprendizagem e avaliação, dentro de uma mesma dinâmica em sala de aula, ocorrendo simultaneamente, e não em momentos distintos.

Segundo essas autoras,

Ao considerar o ensino-aprendizagem-avaliação, isto é, ao ter em mente um trabalho em que estes três elementos ocorrem simultaneamente, pretende-se que, enquanto o professor *ensina*, o aluno, como um participante ativo, *aprenda*, e que a avaliação se realize por ambos. O aluno analisa seus próprios métodos e soluções obtidas para os problemas, visando sempre à construção de conhecimento. Essa forma de trabalho do aluno é consequência de seu *pensar matemático*, levando-o

a elaborar justificativas e a dar sentido ao que faz. De outro lado, o professor avalia o que está ocorrendo e os resultados do processo, com vistas a reorientar as práticas de sala de aula, quando necessário (ONUCHIC; ALLEVATO, 2011, p. 81 – grifos das autoras).

Essa forma de se trabalhar com a matemática tem como pano de fundo a resolução de problemas, que “é ponto de partida” em que “os alunos devem fazer conexões entre diferentes ramos da Matemática, gerando novos conceitos e novos conteúdos”, sendo um problema no ensino de matemática, ainda para as autoras, “tudo aquilo que não se sabe fazer, mas que se está interessado em fazer”, incluindo os exercícios e os problemas de fixação. (ONUCHIC; ALLEVATO, 2011, p. 81)

Particularmente, não entendemos como problema no ensino de matemática os exercícios e os chamados problemas de fixação, os quais, geralmente, consistem na simples repetição de técnicas apresentadas ou procedimentos que envolvem essas técnicas em suas resoluções. Para nós, um problema, no âmbito do ensino de matemática, é uma situação que um aluno ou grupo de alunos quer(em) e precisa(m) resolver, mas que para isso não dispõe(em) de um caminho direto, e, dessa forma, precisa(m) de novos conhecimentos, ou combinar(em) conhecimentos que já têm, no sentido de buscar uma ou mais soluções. (LESTER, 1983, *apud* POZO, 1998; SMOLE e DINIZ, 2001; VAN DE WALE, 2001, *apud* ONUCHIC e ALLEVATO, 2011)

Independentemente da nossa concepção sobre o conceito de problema no ensino de matemática ser mais restrito que o conceito de problema de Onuchic e Allevato (2011), utilizamos a metodologia proposta por estas autoras para fundamentar as atividades desenvolvidas no módulo 6, por entender a importância dela na formação continuada de professores de Matemática.

A referida metodologia, de acordo com as autoras, propõe o desenvolvimento das seguintes atividades:

(I) Preparação do problema – o docente (ou grupo de docentes) seleciona um “problema gerador” com o intuito de abordar novos conceitos, princípios ou procedimentos, cujo conteúdo matemático para a sua resolução ainda não tenha sido trabalhado em sala de aula.

(II) Leitura individual – cada aluno é convidado a fazer a leitura do problema, entregue em uma folha.

(III) Leitura em conjunto – após a formação de grupos para a resolução do problema, cada grupo é convidado a fazer nova leitura, a fim de sanar as dúvidas que, porventura, possam ter surgido da leitura individual. Nessa fase, o professor poderá ser chamado nos grupos, caso as dúvidas não sejam sanadas pelos próprios alunos.

(IV) Resolução do problema – em um trabalho colaborativo e cooperativo, dentro de cada grupo, desde que não haja mais dúvida quanto ao problema e ao que é solicitado, os alunos são convidados a fazer a resolução do problema. Nessa atividade, os alunos passam a ser os coautores do processo de construção dos novos conhecimentos definidos na primeira atividade.

(V) Observação e incentivo – no momento em que cada grupo procura resolver o problema proposto, o professor observa, analisa o comportamento dos alunos no grupo, estimula o trabalho colaborativo, propõe questões norteadoras, se necessário, com o objetivo de levar os alunos a atingirem

o que foi previamente definido. Deixa, portanto, o professor, de ser um transmissor de conhecimento, para ser um facilitador para o processo de construção de novos conhecimentos, pelos alunos.

(VI) Registro das resoluções na lousa – independente de estarem certas ou não, cada grupo é convidado a eleger um representante para registrar as soluções na lousa ou em outro recurso que é utilizado em sala de aula.

(VII) Plenária – todos os alunos são convidados a discutir cada uma das resoluções registradas, defendendo seus pontos de vista e esclarecendo possíveis dúvidas dos demais alunos, tendo o professor o papel de mediador das discussões.

(VIII) Busca do consenso – após a plenária, o professor, com a participação de todos os alunos, busca um consenso acerca das resoluções corretas.

(IX) Formalização do conteúdo – o professor registra na lousa uma apresentação formal, organizada e estruturada em linguagem matemática, o(s) conteúdo(s) relacionado(s) à resolução do problema.

Com relação à avaliação, Onuchic e Allevato (2011) indicam que ela é feita continuamente, com base no crescimento dos alunos, no decorrer da atividade de resolução do problema. Entretanto, entendemos ser possível a avaliação no decorrer da maioria das atividades da metodologia apresentada.

A tarefa e sua aplicação

Em princípio, o tema logaritmos surgiu em aula de outro módulo do Curso, intitulado “Contextualização Histórica e Contemporânea para o Ensino da Álgebra” (módulo 5).

No módulo 5, a proposta era que cada grupo, no total de três, elaborasse uma tarefa para propor aos alunos da Educação Básica, relacionando Álgebra e realidade, com o objetivo de identificar e analisar os registros de representação que seriam apresentados por esses alunos.

Pelo fato de ter ocorrido um terremoto na Itália na semana seguinte à proposta da elaboração da tarefa, o nosso grupo, formado por Rafael, Suzy e Mariana (Grupo) optou pela aplicação dos logaritmos na medição da magnitude de um terremoto, uma vez que teria contribuição da mídia com matérias sobre o assunto, o que poderia ser um incentivo para os alunos realizarem a tarefa.

Como o módulo 5 ocorria ao mesmo tempo que o módulo 6, em que também foi solicitada a elaboração de uma tarefa para alunos da Educação Básica, mas tendo como fundamentação a metodologia apresentada por Onuchic e Allevato (2011), o Grupo propôs aos docentes dos dois módulos a elaboração de uma tarefa única, o que foi prontamente aceita pelos docentes dos dois módulos, permitindo otimização do trabalho.

Com base em discussões entre os elementos do Grupo e os docentes dos módulos 5 e 6, elaborou-se a tarefa. Para o módulo 6, levou-se em consideração a Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas. Dessa forma, a primeira atividade do roteiro da referida metodologia foi vencida: a preparação do problema.

Elaborada a tarefa, ela foi aplicada por um dos membros do Grupo no Centro Educacional SESI 021, em Jundiaí, no estado de São Paulo, a 64 alunos do 1º ano do Ensino Médio, alunos esses que não haviam ainda estudado sobre logaritmos, e que atenderam

a um convite, devidamente autorizado pela coordenadora pedagógica, feito a todos os alunos dos 1.ºs anos da escola. O aplicador da tarefa atua naquela escola, como docente de matemática. Os demais membros do Grupo contribuíram, além da elaboração, nos momentos de replanejamento das ações necessárias, uma vez que a aplicação da tarefa foi feita em 6 encontros com os alunos.

A segunda e terceira atividades relacionadas à metodologia utilizada (as leituras individual e em conjunto), transcorreram da seguinte forma: no primeiro encontro, foi entregue a cada aluno uma folha com um pequeno texto introdutório sobre o terremoto ocorrido na Itália, em agosto de 2016, e cada aluno fez a leitura individual deste material. Após a leitura individual, os alunos foram convidados a fazer grupos e discutir sobre essa leitura.

Na referida folha, os alunos foram convidados a realizar, em casa, pesquisas sobre o assunto, em matérias de jornais, impressos ou on-line, ou outro meio de comunicação, para responder às seguintes perguntas: Quando ocorreu exatamente o terremoto? Quanto tempo durou? Qual foi a intensidade do terremoto?

Na folha havia, também, indicação de que os alunos poderiam registrar outras informações que acreditassem ser relevantes, além de mais duas perguntas, às quais indicavam o problema a ser resolvido por eles, que eram: Como pode ser medida a intensidade de um terremoto? Porque um terremoto de magnitude 4,5, na escala Richter, pode causar grandes estragos, enquanto um tremor de 5,5, na mesma escala, causa destruição bem maior, sendo que a diferença é de apenas uma unidade?

Muitas dúvidas sobre o assunto terremoto emergiram desde a atividade de leitura em conjunto e, como o Grupo não tinha formação para esclarecer tais dúvidas, solicitou-se a participação de um professor da área de Geografia, que deu todo o apoio, em um encontro que ocorreu após o primeiro encontro, o que proporcionou aos alunos, e aos elementos do Grupo, entendimento sobre os motivos da ocorrência dos sismos.

Com as informações que os alunos trouxeram da pesquisa proposta para ser feita em casa, iniciou-se, no segundo encontro, a realização da quarta atividade da metodologia, a resolução do problema. A nosso ver, o início desta fase foi produtivo, pois os alunos puderam discutir sobre o assunto, trocando informações e conhecimentos que já traziam, ou que ocorreram durante a execução das atividades anteriores, ou ainda, da pesquisa que realizaram.

Respostas como “unidades de medidas Richter e MMS”, para as magnitudes dos terremotos, “sismógrafos”, para equipamentos de medição, e outras, foram dadas pelos alunos às perguntas propostas, e, diante das respostas apresentadas, foi sugerida aos alunos a construção de um sismógrafo, uma parte essencial para o entendimento e resolução do problema proposto. Desta sugestão, alguns alunos já foram indicando materiais para esta construção.

Um dos materiais indicados por alguns alunos foi o transferidor. Questionados sobre o porquê de um transferidor, responderam que, de acordo com o que leram, a escala Richter, por exemplo, é medida em graus, e o transferidor seria necessário.

Esta foi a oportunidade para uma rápida abordagem sobre a unidade da escala Richter, sobretudo no aspecto de que o “grau”, relativo a essa unidade de medida, não está relacionado à medida de ângulos, mas sim a uma escala construída, que se utiliza de uma ferramenta matemática chamada logaritmo.

Cabe registrar que a proposta de construção de um sismógrafo já estava prevista no cronograma, e essa atividade, como hipótese do Grupo, surgiria naturalmente das possíveis respostas dos alunos. Entretanto, surpreendeu-nos a indicação do transferidor como material necessário para a construção do sismógrafo. Mas essa indicação proporcionou a abertura para relacionar a escala Richter com o assunto logaritmo.

Por meio de uma parceria que o SESI-SP tem com a LEGO ZOOM, os alunos, em um terceiro encontro, puderam utilizar um laboratório de informática para a montagem dos sismógrafos. Essa montagem foi realizada com base em uma revista da LEGO ZOOM, intitulada Meio Ambiente e Ondas (PIETROCOLA, 2016). Para tanto, tivemos a colaboração de um analista de informática, que nos orientou na programação necessária à construção de um sismógrafo, uma vez que era a primeira oportunidade que o Grupo teve, enquanto docentes do Ensino Médio, para trabalhar com a tecnologia disponibilizada pela LEGO ZOOM – geralmente, naquela escola do SESI, para o Ensino Médio, esta tecnologia é somente disponibilizada aos docentes da área de Física.

Os alunos foram divididos em grupos com 4 ou 5 integrantes para a montagem dos sismógrafos. Este momento foi extremamente gratificante, pois se pode observar o interesse e o comprometimento dos alunos em construir um objeto concreto, na qual foi possível observar o seu funcionamento. Nesta atividade, os alunos tornaram-se professores, e o professor, aluno, uma vez que os alunos tinham mais conhecimento para trabalhar com o material LEGO ZOOM, e também com a programação do software utilizado.

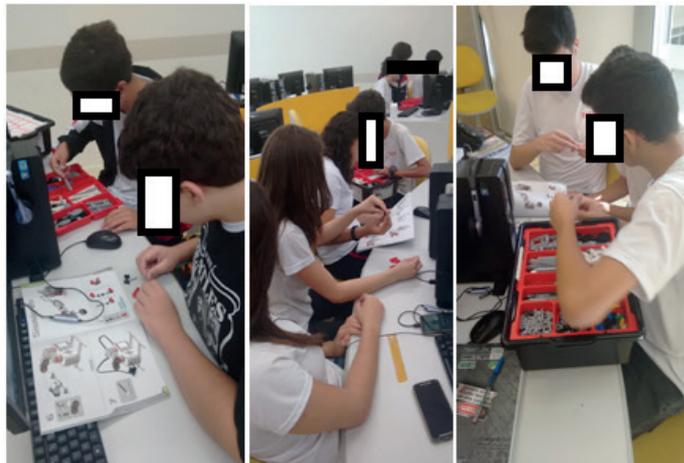


Figura 1 – alunos montando os sismógrafos

Fonte: autores

Com os sismógrafos montados e programados, a expectativa e a curiosidade de como aqueles aparelhos funcionavam tomaram conta do encontro. Foi, então, solicitado que cada grupo simulasse um terremoto de 15 segundos, balançando o pendulo do sismógrafo. Desta forma, todos os grupos obtiveram uma fita cheia de ondas, ou seja, o registro gráfico dos “terremotos” que simularam.



Figura 2 – Fita de leitura de um dos sismógrafos montados pelos alunos (1)

Fonte: autores



Figura 3 – Fita de leitura de um dos sismógrafos montados pelos alunos (2)

Fonte: autores

Com as fitas dos sismógrafos, a próxima etapa foi fazer a leitura dos dados e interpretá-los, trabalho iniciado no encontro seguinte. Cabe o registro de que os alunos ficaram curiosos para entender o registro gráfico, diferente, até então, de todos os registros que estavam acostumados a ver em sala de aula, em planos com sistema cartesiano.

No encontro seguinte, para iniciar a interpretação das fitas, discutiu-se, antes, o conceito de amplitude, de medição das amplitudes, do cálculo de média aritmética simples, e dos elementos constantes no gráfico das fitas, mais precisamente, as cristas e os vales. Após, foi proposto aos alunos a leitura de dois textos sobre terremotos e a Escala Richter.

Dentre as informações contidas nos textos, encontrava-se a relação utilizada para medir a magnitude de um terremoto, na escala Richter (ML). Trata-se da relação $ML = \log A - \log A_0$, em que A é a amplitude máxima medida pelo sismógrafo e A_0 é uma amplitude de referência, obtida pela média aritmética simples de todas as amplitudes medidas na fita de um sismógrafo, fita esta também conhecida como sismograma.

Após a leitura dos textos, os alunos passaram a realizar as medições das amplitudes, para o cálculo da magnitude dos “terremotos” por eles simulados.

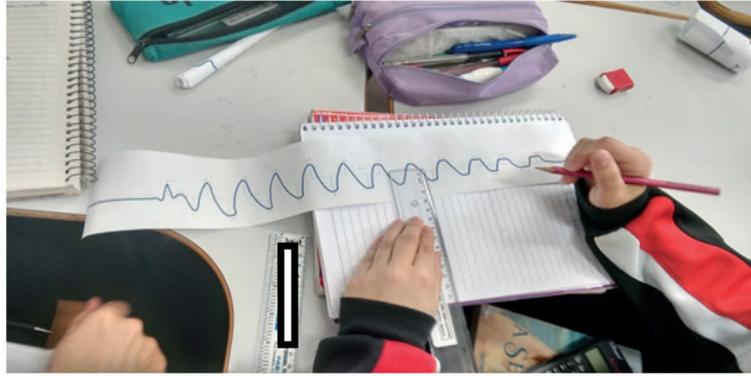


Figura 4 – Medição das amplitudes (1)

Fonte: autores

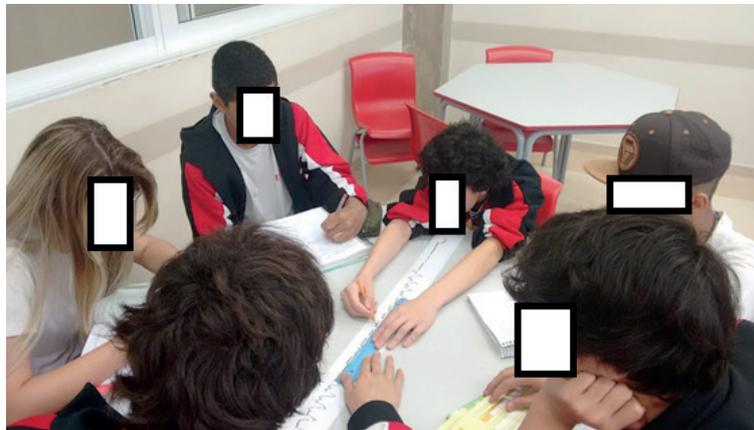


Figura 5 – Medição das amplitudes (2)

Fonte: autores

Para as medições, os alunos traçaram, do início ao fim da fita, pelo ponto zero, ou seja, do início da marcação do sismógrafo, um segmento de reta paralelo às margens laterais da fita. Após, mediram, com réguas, cada distância entre este segmento de reta às cristas e aos vales, sendo estes, respectivamente, os pontos superiores e inferiores, nos “vértices” obtidos na curva.

Após a medição, os alunos identificaram o valor de A , da amplitude máxima, e calcularam o valor A_0 , a média das amplitudes ocorridas no sismograma.

Com o auxílio de calculadoras, cada grupo calculou o valor ML , obtendo, assim, a magnitude do “terremoto” criado. Desta forma, a primeira pergunta ao problema proposto aos alunos foi respondida: “Como pode ser medida a intensidade de um terremoto?”.

Restava a resposta para a segunda pergunta, que foi trabalhada no encontro seguinte. Neste novo encontro, lembrou-se com os alunos a segunda pergunta do problema proposto: Porque um terremoto de magnitude 4,5, na escala Richter, pode causar grandes estragos, enquanto um tremor de 5,5, na mesma escala, causa destruição bem maior, sendo que a diferença é de apenas uma unidade?

Para encaminhar os alunos a responderem à pergunta, foi retomado o conceito de potências de expoente inteiro, e abordado equações exponenciais simples, do tipo $10^x = a$, primeiramente com a

sendo uma potência de base 10 e, depois, sendo um número qualquer, diferente de potência de base 10, obtendo valores aproximados para x , uma vez que os alunos estavam utilizando calculadoras.

Após trabalhar com alguns exemplos de equações exponenciais, abordou-se, com os alunos, a relação entre logaritmos de base 10 e equações exponenciais: $\log_a = x \Rightarrow 10^x = a$. Cabe registrar que, naquele momento, não foram discutidas as condições de existência, tanto das equações exponenciais, tanto dos logaritmos, uma vez que não era, ainda, objetivo.

Abordada a referida relação, foi solicitada aos grupos a resolução da seguinte questão, reformulada, do livro Movimento Aprender, utilizado pelo sistema SESI-SP (CASTALDI, 2012).

A escala Richter consiste em medir a magnitude de um terremoto. Sabendo que energia E liberada por um terremoto pode ser medida pela relação $ML = \frac{2}{3} \log \frac{E}{E_0}$, sendo E em quilowatt-hora (kWh), e $E_0 = 7 \times 10^{-3} \text{kWh}$, responda:

- *Qual a energia liberada por um terremoto em que se constatou uma magnitude $ML = 2$ na escala Richter?*
- *Para um terremoto de magnitude $ML = 3$, quantas vezes maior é a energia liberada, comparando-se à energia liberada por um terremoto de magnitude $ML = 2$?*

A maior parte dos grupos chegou corretamente às respostas aos dois itens da questão, ou seja, 7 kWh, e, aproximadamente, 32 vezes, respectivamente.

Com base nas respostas apresentadas, não demorou muito para que os alunos respondessem corretamente à segunda questão do problema proposto a eles.

Com relação às demais atividades componentes da metodologia utilizada, registramos que a de observação e incentivo ocorreu no decorrer da atividade de resolução do problema, assim como as atividades de registro das resoluções na lousa, de plenária e de busca do consenso: a cada passo dado para a resolução do problema, os grupos registravam na lousa as suas produções e, com base nelas, eram discutidas as descobertas até se chegar a um consenso, que era, pelo aplicador da tarefa e alunos participantes, validado ou não. Caso não fosse, o aplicador incentivava e encaminhava os alunos a novas discussões, até que chegassem a um consenso válido.

Em um último encontro, realizou-se parte da formalização do conteúdo, atividade final da metodologia defendida por Onuchic e Allevalo (2011), registrando e apresentando aos alunos a parte conceitual e introdutória do assunto logaritmo. Em sala de aula, juntamente com os demais alunos que não participaram da tarefa, o assunto foi abordado de forma completa.

Considerações finais

A elaboração e a aplicação da tarefa formativa não tiveram como objetivo comparar resultados aos resultados de anos anteriores. Entretanto, pôde-se observar que, em relação aos anos anteriores, e mesmo em relação aos alunos que não participaram dos encontros em que a tarefa foi aplicada, os resultados da aprendizagem, assim como a participação dos alunos, foram positivos.

Dessa forma, entendemos que a utilização da Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas contribuiu para o processo de ensino e aprendizagem envolvendo logaritmo, e esse fato pode ser comprovado, não somente pelas respostas dadas pelos alunos às questões formuladas, mas também pelo envolvimento deles para descobrirem

algo real, que estava fazendo parte daquele momento: um terremoto na Itália – os alunos estavam sendo protagonistas em um processo de geração interna de conhecimento.

Outro fator importante proporcionado pela metodologia utilizada foi o trabalho em conjunto dos docentes de matemática, de geografia e de um analista de informática, uma das formas de dar sentido às disciplinas escolares e demais atividades que, na maioria das vezes, são estudadas de maneira autônomas.

Por outro lado, não podemos deixar de identificar aspectos importantes ocorridos com o Grupo, por meio da utilização da Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas, no processo de elaboração e aplicação de uma tarefa formativa.

Observou-se que foi necessário, aos elementos do Grupo, que saíssem da zona de conforto, uma vez que, para a elaboração e para a execução da tarefa, foram necessárias pesquisas e adequações do material didático, que não poderia deixar de ser utilizado, mesmo sendo essa uma tarefa extra-curricular. Além disso, foi necessária, por um dos membros do Grupo, a reflexão na ação, uma vez que os alunos fizeram questionamentos, durante a resolução das atividades, que o levou a certos estados de instabilidade. Quando dos replanejamentos, o Grupo foi levado a refletir sobre as ações. Reflexões como essas são consideradas essenciais por Schön (1997), em um curso de formação continuada de professores.

Entendemos, dessa forma, que o processo de desenvolvimento e aplicação da tarefa de formação, neste artigo abordado, contribuiu, não somente para o processo de ensino e aprendizagem dos alunos, mas também na formação continuada dos elementos do Grupo.

Referências

- CASTALDI, M. J. Z. D. (Coord.). **Matemática: Ensino Médio 1º ano / SESI-SP (Movimento do Aprender)**. São Paulo: SESI-SP, 2012. 1.ed. 208p.
- FREIRE, M. A Formação Permanente. In: FREIRE, P. **Trabalho, Comentário, Reflexão**. Petrópolis: Vozes, 1991.
- MELLO, G. N. **Cidadania e competitividade: desafios educacionais do terceiro milênio**. São Paulo: Cortez, 1994.
- NÓVOA, A. Concepções e práticas de formação contínua de professores. In: **Formação Contínua de Professores: realidades e perspectivas**. Aveiro: Universidade de Aveiro. 1991.
- ONUCHIC, L. R.; ALLEVATO, N. S. G. Pesquisas em resolução de problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas. In: **Bolema: Boletim de Educação Matemática**. Rio Claro: UNESP, 2011. v. 25, n. 41, 2011..
- PIETROCOLA, M. *et al.* **Programa INVENTUS Educação Tecnológica: aluno: meio ambiente e ondas**. São Caetano do Sul: Agnus Educação e Tecnologia, 2016.
- POZZO, J. I. (Org.). **A Solução de Problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

- MORIN, E. **Educação e complexidade, os sete saberes e outros ensaios**. São Paulo: Cortez, 2005.
- MORIN, E. **Educação e complexidade: os sete saberes e outros ensaios**. São Paulo: Cortez, 2002.
- MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. São Paulo: Cortez, 2000.
- MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. Lisboa: Instituto Piaget, 1990.
- MINAYO, M. C. **O desafio do Conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 10 ed. São Paulo: HUCITEC, 2007.
- NÓVOA, A. (Org). **Professores: imagens do futuro presente**. Portugal, Lisboa: Educa, 2009.
- NOGUEIRA, N. R. **Pedagogia de projetos**. São Paulo: Àtica, 2001.
- PAVIANNI, J. **Problemas de filosofia da educação**. Petrópolis: Vozes, 1991.
- RIBEIRO, J. **Matemática: ciência, linguagem e tecnologia, 3: ensino médio**. São Paulo, Scipione, 2010.
- SANTOMÉ, J. T. **Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado**. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- TARDIF, M. **Saberes docentes e Formação de Professores**. Petrópolis: Vozes, 2002.
- THIESEN, J. Silva. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação** v. 13 n. 39, set./dez. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_issuetoc&pid=1413247820080002&lng=es&nrm=i>. Acesso em: 24 out.2017.
- LEIS, H. R. Sobre o conceito de interdisciplinaridade. **Cadernos de Pesquisa Interdisciplinar em Ciências Humanas**, Florianópolis, n. 73, ago. 2005. Disponível em: <<http://www.cfh.ufsc.br/~dich/TextoCaderno73.pdf>>. Acesso em: 08 jul. 2017.