

A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS EM AMBIENTES VIRTUAIS E A MOBILIZAÇÃO DO ALUNO

*Ronaldo Fernandes Roque
Instituto Federal de Minas Gerais
doroque@gmail.com*

Resumo:

Neste artigo apresentamos os resultados de uma pesquisa qualitativa em que foi proposta uma atividade investigativa de matemática para alunos do 1º ano do ensino médio regular. Os alunos e o professor, utilizando computadores conectados à internet, discutiram em tempo real sobre os gráficos de funções reais de maneira colaborativa em um site na internet com questões iniciais, um quadro com itens de geometria dinâmica e um bloco de bate-papo. Com isso analisamos a mobilização dos alunos nessa atividade que articula as ferramentas das novas tecnologias da informação e comunicação com a resolução de problemas através da investigação matemática em um ambiente colaborativo. Além disso, avaliamos na prática alguns dos fatores que podem dificultar ou favorecer essa metodologia na sala de aula e qual o papel do professor nesse contexto.

Palavras-chave: ambiente virtual; investigação colaborativa; matemática; mobilização; problemas;

1. Introdução

A ideia inicial dessa pesquisa ocorreu no final de 2010, durante a realização de uma atividade didática sobre a função modular utilizando o software Geogebra para turmas do ensino médio regular em um laboratório de informática. Na ocasião os alunos, em duplas, elaboraram relatórios com o objetivo de consolidar e registrar os conhecimentos desenvolvidos. Naquela ocasião, partiu dos alunos a sugestão de enviar os relatórios digitados diretamente no corpo dos emails endereçados ao professor. Isso demonstrou a naturalidade com que aqueles alunos se apropriaram das TIC. Então, esse professor-pesquisador elaborou a hipótese de que as TIC podem servir como ambiente para que os alunos também conversem, não apenas registrem seus relatórios. E esse diálogo registrado no bate-papo poderia servir como registro para a posterior consolidação dos conhecimentos pela confecção de um relatório ou resumo da atividade.

Já em 2014, durante o curso de especialização em Novas Tecnologias para o Ensino de Matemática, pela Universidade Federal Fluminense, tive a oportunidade de desenvolver uma pesquisa de campo na qual tal hipótese pudesse ser verificada.

Essa pesquisa está alinhada com a temática do XII Encontro Nacional de Educação Matemática, pois ela traz reflexões de como as TIC na educação compõe o cenário da contemporaneidade e representa, para muitos professores, um grande desafio, apesar de abrir muitas possibilidades. Dentre essas possibilidades, podemos citar a interação com os alunos em ambientes interativos, a maior facilidade no registro do desenvolvimento das atividades didáticas e a interação, num ambiente colaborativo, entre as pessoas localizadas em seus lares.

Essa proposta utilizou a resolução de problemas como dinamismo para provocar, nos estudantes, a criação de novos questionamentos, os quais foram trabalhados com a investigação matemática.

Assim, é sobre essa pesquisa dispõe sobre esse artigo. Veremos os resultados da revisão bibliográfica na seção 3 e a descrição pormenorizada da pesquisa de campo nas seções 4 e 5.

2. Objetivos

O objetivo geral dessa pesquisa foi analisar o envolvimento de alunos em uma atividade de resolução de problemas por investigação auxiliados por computadores. Os objetivos específicos são: Discutir a prática investigativa na sala de aula; Promover uma atividade investigativa em um ambiente colaborativo com o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação; Verificar se houve ou não o envolvimento dos alunos na atividade.

3. Pressupostos teóricos

No intuito de mobilizar os alunos em torno da aprendizagem, o professor de Matemática pode lançar mão de recursos didáticos disponíveis atualmente. Um deles é a introdução das novas tecnologias digitais nas aulas. Bona (2012, p. 16) explica que as tecnologias digitais “já são de fato um recurso mobilizador ao processo de aprendizagem de Matemática sob a visão dos estudantes, mas agora com maior destaque àquelas online.”

Na sociedade da informação, os alunos já se apropriaram das novas tecnologias e não conseguem se ver sem ela. Como disse Castells (2009), nosso aluno “[...] não vive mais sem internet, celular e o equipamento de ouvir música. E tem que deixar tudo isso dependurado, na porta da escola, para poder entrar na sala de aula. Quando sai, ele volta à vida normal.” (CASTELLS apud AREDE, 2009, nº 54, p. 37)

Para além desse discurso que nos diz que devemos inserir a informática no processo de aprendizagem, entendemos que é necessário que sejam identificadas, nesses alunos, as aptidões, conhecimentos e interesses diversificados sobre a matemática – para que a metodologia de investigação matemática explore esses pontos. Pois, a mobilização do aluno pode ser facilitada pelos recursos das TIC, entretanto se a proposta didática não for coerente com os recursos utilizados, ela não trará o desenvolvimento esperado. Um bom planejamento é essencial para o sucesso da atividade.

Nesse contexto, o professor precisa compreender o seu aluno de maneira a levar propostas de problemas que sejam contextualizadas e instigantes para ele. Esses problemas podem assumir um caráter investigativo, dependendo da maneira como forem propostas.

Essa articulação entre as TIC e a investigação não é uma ideia nova. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de 5ª a 8ª séries, publicados em 1998 (há 18 anos) disseram que os recursos oferecidos pelas TIC contribuem no processo de ensino e aprendizagem à medida que possibilitam “o desenvolvimento, nos alunos, de um crescente interesse pela realização de projetos e atividades de investigação e exploração como parte fundamental de sua aprendizagem”. (BRASIL, 1998, p. 44).

Esse mesmo documento (PCN) ressalta a importância da resolução de problemas em matemática: a capacidade de resolver problemas é um dos objetivos gerais do ensino fundamental. Veja alguns objetivos nessa citação:

[...] identificar os conceitos matemáticos como meios para compreender e transformar o mundo à sua volta e perceber o caráter de jogo intelectual, característico da Matemática, como aspecto que estimula o interesse, a curiosidade, o **espírito de investigação** e o desenvolvimento da capacidade de **resolver problemas**; [grifo nosso]

[...] interagir com seus pares de forma cooperativa, trabalhando coletivamente na busca de soluções para problemas propostos [...] (BRASIL, 1998, pp. 47-48)

3.1. Espírito investigativo

Para que a mobilização ocorra, o estudante precisa ter algum interesse pela resolução do problema. Para isso, a forma como o professor aborda a resolução de problemas é importante, pois o “aluno precisa compreender o problema, mas não só isso: deve também desejar resolvê-lo.” (POLYA, 1978, p. 5)

Como disse Paulo Freire (1996, p. 34): “Ensinar exige a corporificação das palavras pelo exemplo”. O professor que demonstrar algum interesse ou desejo por resolução de problemas por investigação serve como exemplo, para os seus alunos, do já dito “espírito de investigação”.

Ainda somos levados a compreender que, como “professor devo saber que sem a curiosidade que me move, que me inquieta, que me insere na busca, não aprendo nem ensino”. (FREIRE, 1996, p. 85)

3.2. Caracterização de uma Investigação

Os estudantes podem estar acostumados a resolver questões em que são dadas as condições iniciais e que têm apenas uma resposta correta. Esse tipo de atividade é o que Skovsmose chamou de paradigma do exercício. Para ele, nesses casos, o enunciado da questão possui um único ponto de partida e se espera que o estudante alcance o único ponto de chegada. “O paradigma do exercício pode ser contraposto a uma abordagem de investigação, que pode tomar muitas formas [...]” (SKOVSMOSE, 2000, p. 1). Uma proposta de investigação matemática oferece situações mais abertas, com múltiplas formas de iniciar a resolução dependendo da questão que o próprio estudante formula. E dessa maneira, a resposta também não é única, pois também depende da questão do estudante. Essa participação do aluno “tende a favorecer o seu envolvimento na aprendizagem” (PONTE, 2006, p. 23). Para Skovsmose (2000, p. 13), alguns “exercícios podem provocar actividades de resolução de problemas, as quais poderiam transformar-se em genuínas investigações matemáticas. Propor problemas significa um passo adiante em direcção aos cenários para investigação [...]” “Chamo de 'cenário para investigação' um ambiente que pode dar suporte a um trabalho de investigação”. (SKOVSMOSE, 2000, p. 3)

Foi a partir dessas ideias supracitadas, que elaboramos problemas matemáticos para fornecer aos estudantes reflexões iniciais sobre o tema/objeto de estudo, para que eles passassem a criar outras questões posteriormente, que também são problemas a serem resolvidos sobre o mesmo objeto de estudo. Ao fazer isso, podemos dizer que os alunos estão investigando, pois segundo Ponte, o significado de investigação matemática é o procedimento de formular questões de interesse do investigador, sendo que ele ainda não tem respostas prontas para tais questões, e procurar as respostas de modo fundamentado e rigoroso, na medida do possível.

Ponte (2006, p. 20) aponta a existência de quatro principais momentos nesse processo de investigação matemática: o reconhecimento da situação; a formulação de conjecturas; a realização de testes; a demonstração e avaliação do trabalho realizado. Mas afirma que, ocasionalmente, esses momentos podem ocorrer simultaneamente.

A atividade investigativa deve ser bem orientada de maneira que os estudantes saibam que podem contar com a ajuda do professor, mas que o desenvolvimento da atividade depende principalmente deles. Assim, o professor pode sugerir ideias, dar pistas, fazer perguntas para que a investigação não fique estagnada e para acelerar o processo, entretanto, essas intervenções podem empobrecer a investigação se o professor fornecer muitas informações da resolução. Existem algumas indagações que podemos fazer para ajudar aos alunos a tratar de problemas de qualquer tipo: “Qual é a incógnita? Quais são os dados? Qual é a condicionante?” (POLYA, 1978, p. 2)

3.3. Atividade Colaborativa e a Teoria Sócio-Interacionista

Nesta pesquisa, fizemos a proposta de realização de uma atividade colaborativa entre os alunos e o professor de maneira que, em um ambiente virtual, ocorresse uma interação escrita (chat ou bate-papo virtual) entre os participantes. Para fundamentar teoricamente essa proposta, além dos argumentos supracitados, utilizamos as ideias a seguir:

Borba e Penteado (2001, p. 73) relataram a utilização de listas de e-mail para a construção do “fazer coletivo”.

Borba et al (2007) diz que “quando o foco é a aprendizagem matemática, a interação é uma condição necessária no seu processo. Trocar ideias, **compartilhar as soluções encontradas para um problema proposto**, expor o raciocínio, são ações que constituem o ‘fazer’ Matemática” (BORBA et al, 2007, p. 27). [grifo nosso]

Foi essa interação, necessária para a aprendizagem, que desejamos fomentar nesta pesquisa: o compartilhamento de ideias que podem ajudar aos alunos a construir o conhecimento matemático.

De fato, a teoria sócio-interacionista nos diz que “as habilidades podem ser desenvolvidas com a ajuda de um adulto servindo de guia ou através da colaboração entre pares.” (COSTA, 2013, p. 14)

Essa nossa proposta de atividade se baseou nessa perspectiva: em cooperação mútua, os alunos podem desenvolver atividades investigativas em um ambiente virtual que privilegia as interações e os registros dos pensamentos.

O aluno envolvido em uma atividade está comprometido com seu desenvolvimento e, conseqüentemente, ele se mobiliza para a sua realização. Assim, entendemos que o “envolvimento” implica na “mobilização”.

4. Metodologia

Para essa pesquisa qualitativa, realizamos uma atividade de resolução de problemas por investigação com o uso de computadores por alunos de uma escola estadual que fica em Governador Valadares, interior de Minas Gerais. Os participantes foram alunos de uma turma do 1º ano do ensino médio regular, turno matutino, que estavam na faixa etária de 15 anos. Essa escola fica no centro dessa cidade que possui uma população estimada pelo IBGE de aproximadamente 276.995 habitantes.

Essa atividade foi planejada para ser feita em grupos de até quatro pessoas, cada um em sua casa, com seu computador conectado à internet e acessando o mesmo. Esse site foi construído pelo pesquisador utilizando as linguagens de programação PHP, HTML5 e SQL, tendo como elemento chave a interação e a criação de um cenário de investigação.

Nesse ambiente conteve questões iniciais para fomentar a discussão, orientações incentivando os estudantes a formularem novas questões, um quadro de bate-papo e outro quadro embutido com o aplicativo Geogebra. O GeoGebra é um software de geometria dinâmica.

A participação dos alunos foi voluntária, visto que foi realizada extra-classe e dependeu da disponibilidade de computador com acesso à internet. Dessa forma, apenas sete alunos participaram da atividade online, formando dois grupos de discussão.

No cenário de investigação o aluno foi convidado à manipulação de gráficos de funções do 1º grau, 2º grau e exponencial e orientado a refletir sobre questões que o incentivou a descrever a experiência e levantar novas questões sobre o que ele percebeu.

Atividade de Matemática - Chromium

Atividade de Matemática x

ronaldo.mat.br/raiz/ativ_invest_ok/main_site.php

Atividade Investigativa

Abaixo, existe um quadro com o plano cartesiano. Esse quadro é um aplicativo de Geometria e Álgebra - por isso se chama **Geogebra**. Vamos combinar os nomes de alguns itens desse aplicativo:

Barra de Ferramentas:

Janela de Álgebra:

Número

- a = 2.1
- b = 2.6
- c = 1

Função

- $f(x) = 2.1x + 2.6$
- $g(x) = 2.1x^2 + 2.6x + 1$
- $h(x) = 1 - 2.6^x$

Valor Booleano

- d = true
- e = false
- i = false

Controles dinâmicos:

- a = 2.1
- b = 2.6
- c = 1
- Exibir Reta
- Exibir Parábola
- Exibir Curva Exponencial

Olá, Ronaldo. Chat nº 4.

**dia 03/11;
0:28:56**

Orientações:

Essa atividade é investigativa. Então você deve levantar hipóteses, questionar a si e aos colegas sobre as possíveis respostas e tentar verificar as afirmações. Use a sua curiosidade para compreender as formas e relações da matemática.

Durante a atividade utilize o *chat* para se comunicar com os colegas do grupo e o professor. O professor não vai te dar respostas, mas sim novas perguntas para você investigar.

Escreva no *chat* o que você pode perceber sobre as funções. Essas servirão também como anotações para você organizar um relatório depois.

Parte 1 - Função do 1º Grau

- No Geogebra, mova os controles deslizantes mudando os valores de a e b . O que você percebe na reta do plano?
- Repare que existe escrita a função $f(x)$ na **Janela de Álgebra** (verde). Ela é uma função de qual tipo? Qual a relação entre os valores a e b com a reta no plano?
- Levante outras questões a partir de suas observações e tente responder com seus colegas de grupo.

Parte 2 - Função do 2º Grau

- O Geogebra, marque o checkbox da opção **Exibir Parábola**.
- Mova os controles deslizantes

Figura 1: Parte da tela da interface do ambiente de aprendizagem – orientações.

Os alunos precisaram de mais tempo que o planejado para percorrer as etapas da experimentação dos recursos. Então, para não exceder muito o tempo proposto, decidimos encerrar a atividade sem fazer um relatório escrito da atividade. Assim as análises foram feitas a partir das discussões no chat e também das entrevistas realizadas no dia seguinte.

A mobilização dos estudantes nessa atividade foi considerada efetiva se, à partir das respostas nas entrevistas, os próprios alunos reconheceram o envolvimento deles, e também ao percebermos na interação do bate-papo, que eles estavam investigando. Para esse último analisamos a existência dos 4 momentos da investigação matemática, descritos em nosso referencial teórico, no final da 4ª página desse artigo.

6. Resultados e Discussões

Ao analisar o chat, percebemos que, no início, os alunos estavam aprendendo como utilizar o aplicativo Geogebra embutido no site. Além disso, nem todos pareciam

compreender as orientações fornecidas. No entanto, a partir das interações entre eles e o professor, as dificuldades iniciais foram sanadas e eles passaram a seguir corretamente as orientações, como pode ser observado, por exemplo, na interação da aluna L com o pesquisador abaixo. Recomendamos a leitura do trecho do chat a seguir, começando pelas linhas de baixo, pois as novas linhas apareceram sobre as anteriores.

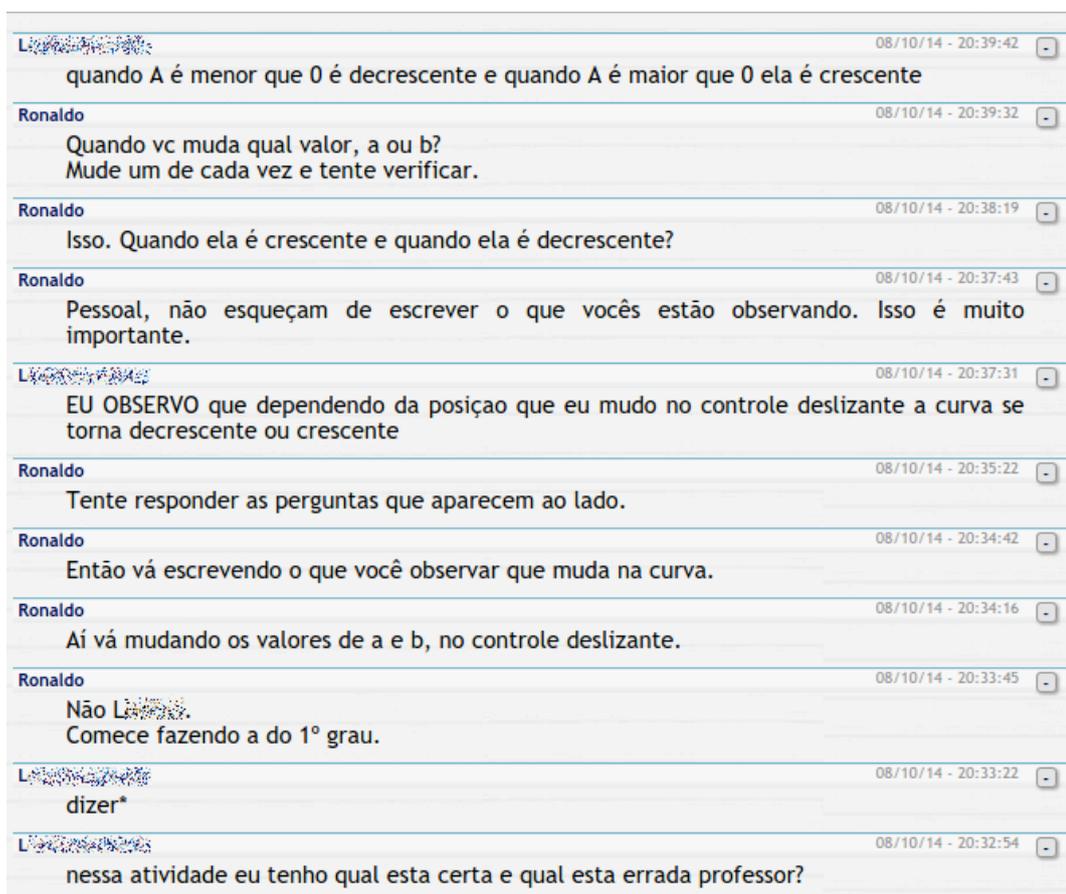


Figura 2: adaptação da aluna L com a interface

Essa capacidade de adaptação com ambiente virtual pode ser atribuído ao fato que discutimos nos pressupostos teóricos desse artigo: os alunos já se apropriaram das novas tecnologias. A partir das interações no bate papo e das falas dos participantes nas entrevistas, podemos dizer que houve a mobilização dos alunos na atividade. Um exemplo da demonstração desse envolvimento é a participação da aluna L reproduzida na figura 2. Lá ela **levanta a hipótese** (as 20:32:54) de que, na atividade, ela deveria identificar qual função se relaciona com o gráfico exibido. Depois, ao receber orientações do professor, ela relatou (as 20:37:31 e 20:39:42) o que observou ao **realizar testes**, movendo o controle deslizante. Esses momentos que grifei são próprios da investigação matemática, como vimos nos pressupostos

teóricos desse artigo, em conformidade com Ponte. Nas entrevistas vemos a **avaliação** de resultados, como qual o valor do coeficiente da função que torna a parábola “reta”:

[Entrevistador] - Essa atividade foi diferente do que o que você está acostumado a fazer? Por que?

[J] – Na sala de aula, normalmente, a gente tem que descobrir o ponto, e lá já tinha vários pontos. Do A e o B. Então, a gente podia colocar, o valor de A podia ser 3, o valor de B podia ser 4, a gente podia escolher e no... Geogebra, né? Já definia a reta. Então a gente podia falar assim: quando o A é 3 e B é igual a 4, a linha vai ficar nesse local. Então deu para aprender muito. Até deu para aprender quando a linha fica reta...

[Entrevistador] - Você gostou da atividade? Por que?

[J] – Sim, porque até foi uma atividade diferente, e até mesmo em casa, que a gente fica mais tranquilo. E uma atividade diferente às vezes é bom porque muda, o conteúdo é o mesmo mas a gente aprende de outro jeito.

[Entrevistador] - Você se sentiu realmente envolvido com a atividade investigativa feita online, durante aquele tempo?

[J] - Envolveu sim. Eu aprendi até muita coisa. Estava precisando aprender mais sobre as parábolas, as retas, tudo...

E também:

[Entrevistador] - Você se sentiu realmente envolvido com a atividade investigativa feita online, durante aquele tempo?

[M] - Aham. É. Tanto eu, quanto o pessoal que tava, a gente se envolveu bastante. Não sei eles, mas eu... assim... eu gostei muito da aula, porque a gente pode estar tendo contato (né?) com a atividade, com... a gente estar fazendo...

Associamos a rápida adaptação com a interface ao fato de que os alunos já se apropriaram das novas tecnologias, como nos referimos no início do referencial teórico. Esse ambiente virtual serviu como cenário de investigação, pois forneceu suporte a essa atividade de investigação, conforme já mencionado em nossos pressupostos teóricos. Entretanto, a prática investigativa da matemática em ambiente virtual não era familiar a eles. Notamos também, nas transcrições das falas acima, que essa prática pedagógica foi considerada diferente do que eles já haviam trabalhado até então.

Nessa próxima fala da M, percebemos também a cooperação entre os alunos para a resolução de dúvidas. Isso corrobora a teoria sócio-interacionista adotada e citada nos pressupostos teóricos.

[Entrevistador] - Você aprendeu um pouco mais de matemática nessa atividade?

[M] - Com certeza. Eu acho que várias dúvidas que eu tinha, que eu não consegui tirar dentro da sala, eu tirei nessa atividade. Então, tipo assim, eu não sabia... então, foi bem fácil para a gente poder aprender. A gente já estava ali, a gente já teve aquele primeiro contato. Por exemplo, a do 2º grau... a equação... já tirei as dúvidas do que eu precisava. E quando eu cheguei na sala [virtual], as mesmas dúvidas que eu tinha, o pessoal tinha, e uma tirava a dúvida do outro. E no final foi tudo esclarecido.

Cabe salientar também a postura do professor diante das dificuldades dos alunos. Como eles não conheciam bem a proposta de atividade investigativa, inicialmente, eles pediram explicações do professor para tirar as dúvidas. Então, percebendo que o professor estava orientando apenas ao trazer mais questionamentos, eles passaram a verificarem por si mesmos as soluções dos problemas e a contarem mais com a opinião dos colegas. Essa postura do professor foi baseada no que discutimos em nossos pressupostos teóricos a respeito da caracterização da investigação e sobre a atividade colaborativa, na 5ª pág. desse artigo.

Também tivemos no chat certa imprevisibilidade, pois a interação do professor com o aluno dependeu do desenvolvimento do próprio aluno nos objetivos da atividade. E as intervenções foram orientadoras, motivadoras e questionadoras de forma a valorizar os conhecimentos prévios do aluno, conforme discutimos em nossos pressupostos teóricos. Isso pode ser observado, por exemplo, nas intervenções da figura 2 – as 20:37:43 e 20:38:19.

7. Considerações Finais

Observamos na atividade proposta algumas características da atividade investigativa articulada às novas TIC que foram previstas no referencial teórico, como: a familiaridade dos alunos com as novas tecnologias; a criação de ambiente virtual de aprendizagem como um cenário de investigação que favoreça a cooperação entre os pares e o professor; o papel do professor e do aluno no processo de investigação; e a mobilização dos alunos nesse processo.

Além da discussão teórica, pudemos perceber na prática que os alunos realmente levantaram hipóteses, compartilharam essas hipóteses, testaram, ajudaram-se na compreensão dos conceitos e responderam a questões formuladas por eles ou pelo professor.

Com isso, percebemos a mobilização dos alunos na atividade. Essa conclusão atende ao nosso objetivo específico: verificar se houve ou não o envolvimento dos alunos na atividade.

Notamos que a criação de um ambiente virtual de aprendizagem é útil para a realização de atividades envolventes de resolução de problemas matemáticos por investigação, com cooperação entre os participantes em tempo real, orientada pela teoria pedagogia Sócio-interacionista.

Concluimos que o objetivo geral, de analisar o envolvimento de alunos em uma atividade de resolução de problemas por investigação auxiliados por computadores foi alcançado na pesquisa, visto que, nas considerações acima temos evidências de que os alunos se envolveram, nas interações entre eles sobre a atividade, nas respostas a questões feitas por eles ou pelo professor, na busca por informações e nas impressões deles sobre a atividade.

8. Referências

AREDE, Revista. **O que se espera de um monitor**. Ano 6, nº 54, dezembro de 2009. São Paulo, 2009, 50 p.

BONA, A. S. D. **Espaço de Aprendizagem Digital da Matemática: o aprender a aprender por cooperação**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação. Porto Alegre: UFRGS, 2012.

BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G.. **Informática e Educação Matemática**. 5ª ed.. Belo Horizonte: Autêntica, 2001, 104 p.

BORBA, M. C.; MALHEIROS, A. P. S.; AMARAL, R. B. **Educação a Distância online**. Belo Horizonte: Autêntica, 2007, 160 p.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. – Brasília: 1998.

COSTA, R. M.. **Teorias Pedagógicas: fundamentos dos processos de ensino-aprendizagem**. (Texto da disciplina Informática Educativa I em 17/04/2013 do curso NTEM.) Disponível em: <<http://ntem.lanteuff.org/mod/page/view.php?id=3549>>. Acesso em: 03/09/2014.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Ed. Paz e Terra, 1996. 146 p.

PONTE, J. P.; BROCARD, J. OLIVERIA, H. **Investigações matemáticas na sala de aula**. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

POLYA, G. **A arte de resolver problemas**. Rio de Janeiro: Interciência, 1978.

SKOVSMOSE, Ole. **Cenários para investigação**. Publicado em Bolema, nº 14, p. 66 - 91, 2000.