

LAFIS: Um Laboratório Virtual de Aprendizagem Colaborativa de Física

LAFIS: A Virtual Laboratory for Collaborative Learning of Physics

Dante Alighieri Alves de Mello

Doutorando em Educação da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Professor do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (Aquidauana - MS)
dante.mello3@gmail.com

Shirley Takeco Gobara

Professora da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (Campo Grande - MS)
stgobara@gmail.com

Resumo

Este artigo relata a primeira fase de uma pesquisa qualitativa que tem como objetivo principal investigar a ocorrência da aprendizagem colaborativa mediada por um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) denominado Laboratório de Aprendizagem Colaborativa de Física (LAFIS). Com base na teoria de Vygotsky, construímos um AVA que pode favorecer a interação e a participação colaborativa entre os estudantes mediada pelo professor. Nesse ambiente, os estudantes comunicam-se entre si e com o professor por um *chat* (bate-papo virtual) para solucionar um determinado problema de física. Nessa fase da pesquisa, buscamos identificar possíveis erros na programação do LAFIS, bem como observar de que forma os problemas devem ser apresentados no ambiente para favorecer a interação e a aprendizagem. A partir da análise das interações virtuais e verbais que aconteceram em sala de aula, verificamos a necessidade de fazer importantes ajustes de programação no ambiente e na forma de apresentação dos problemas.

Palavras chave: ambiente virtual de aprendizagem, ensino de física, mediação, TIC, Vygotsky, zona de desenvolvimento proximal

Abstract

This paper reports the first phase of a qualitative study, which aims at investigating the occurrence of collaborative learning mediated by a Virtual Learning Environment (VLE) called Laboratory Collaborative Learning of Physics (LAFIS). Based on the theory of Vygotsky we build a VLE that can foster interaction and collaborative participation among students mediated by the teacher. In this environment students communicate with each other and with the teacher by a chat to solve a particular problem of physics. In this phase of the research we seek to identify possible errors in programming of the environment and observe how the problems should be presented to encourage interaction and learning. From the analysis of virtual and verbal interactions that occurred in the class room we find the need to

make important adjustments in the programming of the LAFIS and in the manner of presenting the problems.

Key words: virtual learning environment, teaching physics, mediation, TIC, Vygotsky, proximal development zone.

Introdução

Se perguntarmos aos estudantes brasileiros do Ensino Médio se a Física é uma disciplina de fácil compreensão, certamente, a maioria diria que **não!** Há dez anos, tenho¹ constatado isso nas escolas que venho lecionando, tanto pelo discurso dos estudantes quanto pelas notas dos mesmos no final de cada bimestre. Esse é um dos fatores que tem levado muitos pesquisadores a investigar as causas das dificuldades que os estudantes têm com essa matéria, bem como possíveis soluções para facilitar o ensino e a aprendizagem de Física.

Inúmeros pesquisadores e professores defendem que, ao explicar algum conceito físico utilizando as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) como animações, simulações, imagens, vídeos ou hipertextos, de modo geral, os estudantes demonstram maior interesse pela aula e participam mais, favorecendo, assim, o processo de ensino-aprendizagem.

Embora existam inúmeras propostas descritas na literatura que sugerem o uso das TIC, muitas delas não são utilizadas em sala de aula porque os professores ainda apresentam dificuldades no uso dessas tecnologias (GREGIO, 2005; ALVARENGA, 2011). Há também muitos trabalhos nos quais não há preocupação dos autores em adotar um referencial teórico para orientar e discutir a aplicação desse material em sala de aula.

Diante dessa problemática, sentimos a necessidade desenvolver um ambiente virtual de aprendizagem (AVA) para o ensino de física, adotando um referencial teórico de aprendizagem tanto para o desenvolvimento de material instrucional quanto para análise das sequências didáticas desenvolvidas em sala de aula.

Descreveremos, aqui, a fase inicial da pesquisa, na qual buscamos identificar possíveis erros na programação do AVA, bem como observar de que forma os problemas devem ser apresentados no ambiente para favorecer a interação colaborativa e a aprendizagem.

Pressupostos Teórico-metodológicos

A escola pode promover aos estudantes desenvolvimento mental e construção de conceitos científicos (VYGOTSKY, 1987). Por esse motivo, é fundamental que o professor saiba como acontece o processo de aquisição do conhecimento pelo aluno. A explicação para a forma que as pessoas aprendem não é consensual, pois diversas teorias de aprendizagem buscam elucidar os processos subjetivos de apreender a realidade, bem como estratégias de interação que favoreçam esse processo.

Esta proposta apóia-se nas ideias de Vygotsky, um dos teóricos da aprendizagem que tem se destacado no cenário educacional brasileiro a partir da década de 1990, para o qual a aprendizagem e o desenvolvimento do homem são influenciados pelo seu contexto sociocultural. Ele observou que a colaboração dos estudantes entre si ou entre eles e o professor é essencial para o desenvolvimento de habilidades e estratégias fundamentais na

¹ Vivência do autor principal deste artigo, daí o uso da primeira pessoa do singular.

solução de problemas. Ressaltou, ademais, que a aprendizagem é potencializada quando se atua na chamada Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) do aprendiz (VYGOTSKY, 1987). Para explicar o conceito de ZDP, Vygotsky (1991) definiu dois níveis de desenvolvimento humanos: o Nível de Desenvolvimento Real (NDR), que corresponde às funções psíquicas já desenvolvidas e, ao menos em tese, pode ser medido por testes individuais sem cooperação; e o Nível de Desenvolvimento Potencial (NDP), determinado pela solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros que já desenvolveram tais habilidades. A figura 1 mostra um esquema representativo dos níveis de desenvolvimento e a ZDP.



Figura 1: Esquema representativo da Zona de Desenvolvimento Proximal. (DA SILVA, 2009, p. 16).

A ZDP é um nível de desenvolvimento intermediário, no qual o estudante consegue resolver determinados problemas apenas com a mediação de outra pessoa. Futuramente, uma vez que os conceitos associados à resolução desse problema sejam internalizados pelo sujeito, ele conseguirá resolver esse problema independentemente de auxílio. Nesse caso, aconteceu um aumento no nível de desenvolvimento real do aprendiz, o que, para Vygotsky, evidencia que a aprendizagem pode preceder e alavancar o desenvolvimento.

Vygotsky não deixou claro como os conceitos que se encontram na ZDP dos estudantes devem ser trabalhados, pois “ [...] não deixou uma teoria acabada e pronta. Muito mais apontou caminhos a serem seguidos por outros pesquisadores, na forma de grandes linhas de pesquisa a serem desenvolvidas, do que sistematizou um corpo de conhecimentos a respeito da mente humana.” (ROSA, 2010, p. 111).

Em nossa pesquisa, queremos identificar se o LAFIS favorece a interação colaborativa para a solução dos problemas propostos aos estudantes e, em caso afirmativo, verificar se as estratégias colaborativas de ensino adotadas potencializaram a aprendizagem.

Recentemente, investigamos em artigos, dissertações e teses brasileiras como os pesquisadores vêm propondo o uso das TIC com base na concepção sociointeracionista de Vygotsky para o ensino de física (DE MELLO; GOBARA, 2012). Dentre os 42 trabalhos encontrados, 16 utilizaram como tecnologia os ambientes virtuais de aprendizagem. Em nove desses trabalhos foram utilizados recursos colaborativos como *chat* e fóruns, o que se justifica pelo fato da teoria sociointeracionista considerar a interação como condição essencial à aprendizagem. Outros seis trabalhos usaram o AVA para dar suporte a simulações, animações, vídeos, figuras e textos. Nos trabalhos² cujo foco de interesse é a colaboração por meio de AVA, a interação proporcionada pelas TIC entre os estudantes e entre eles e o professor foi o fator primordial para o favorecimento da aprendizagem.

Materiais e Métodos

O AVA que desenvolvemos, denominado LAFIS, está disponível gratuitamente no

² DA SILVA (2011), SIAS e TEIXEIRA (2006), PESSANHA et al. (2010).

endereço <http://www.lafis.ufms.br> e foi construído com base no AVA denominado LEDVI³, sigla para Laboratório Educativo Virtual Interativo (SILVA; GOBARA, 2007). O LEDVI é um ambiente colaborativo que simula dois laboratórios para o ensino de conceitos de hidrostática. Cada estudante é alocado em um laboratório virtual que tem elementos comuns como balança, calculadora e dinamômetro. Alguns elementos como água, um “líquido verde desconhecido” e um objeto metálico estão em apenas um dos dois laboratórios, fato que leva os aprendizes a interagirem para encontrar a solução do problema. Essa proposta de atividade, que exige necessariamente uma interação virtual entre os estudantes, mostrou-se interessante pela possibilidade do professor verificar as dificuldades de cada aprendiz, já que as interações são gravadas em um banco de dados. O professor pode também, se necessário, mediar as interações dos estudantes para auxiliar na resolução do problema.

O LAFIS fornece ao professor uma funcionalidade que ainda não existia no LEDVI: a possibilidade do professor inserir problemas no ambiente. A figura 2 mostra a visão do ambiente para um estudante alocado no laboratório 2.

The screenshot displays the LAFIS web interface. At the top left is the LAFIS logo. Below it, a user profile for 'José ESTUDANTE' is visible, along with navigation links: 'Página Inicial', 'Problemas Disponíveis', 'Alterar Dados', 'Atualizar cadastro', 'Log Out', and 'Sair do Sistema'. The main content area is titled 'Laboratório 2' and contains a text-based physics problem about wave simulation on a string. The problem includes instructions to adjust parameters in a PhET simulator and asks for calculations of wavelength, frequency, and wave speed. Two formulas are provided: $f = \frac{1}{T}$ and $v = \frac{\lambda}{T}$. To the right of the problem is a chat window with messages from a professor and several students (LAB 1, LAB 2) discussing the problem. The chat messages include: '[PROFESSOR] Olá Rosa e José...', '[PROFESSOR] Vocês devem acessar o simulador clicando no link disponível no exercício.', '[PROFESSOR] Depois mudem os parâmetros do simulador conforme as orientações do exercício (vejam a figura de como deve ficar o simulador).', '[PROFESSOR] Por fim procurem interagir pelo bate-papo, postando as respostas para as questões propostas.', '[10/04/13 - 09:47] Abre Laboratório 2', '[10/04/13 - 09:47] Abre Laboratório 1', '[LAB 1] oooo', '[LAB 2] oi!!!', '[LAB 1] eai?', '[LAB 1] vc já sabe a resposta?', '[LAB 2]', '[LAB 1] patoo a resposta é 357 né', '[LAB 1]', '[LAB 2] sim o comprimento da onda é 35 cm.', '[LAB 1] ataa oook', and '[LAB 1] ai se vc já souber as outra vc fala pra oente poder discutir oook'. At the bottom of the chat window are 'Enviar' and 'Auto-rolagem' buttons.

Figura 2: Visão do ambiente de um estudante alocado no laboratório 2 resolvendo um problema do LAFIS.

Como mostrado na figura 2, à esquerda da tela localiza-se o menu de navegação e do lado direito encontram-se o problema proposto e o chat. O problema descrito na tela foi o primeiro exercício aplicado em sala de aula com os estudantes. Esse problema possui um $link^4$ para uma simulação do PhET⁵ a respeito de ondas numa corda. Os estudantes deveriam configurar a simulação conforme mostrado na figura 3.

A primeira aplicação do LAFIS em sala de aula, teste piloto, aconteceu com 30 estudantes do segundo ano do Ensino Médio, período matutino, numa escola estadual da cidade de Aquidauana-MS. Escolhemos essa escola porque o professor pesquisador ministrou aulas nessa instituição por um ano, o que, de certa forma, resultou no conhecimento da realidade da escola e do laboratório de informática, bem como na receptividade por parte da direção,

³ Disponível no endereço <http://www.edy.pro.br/ledvi>

⁴ http://phet.colorado.edu/sims/wave-on-a-string/wave-on-a-string_pt_BR.html

⁵ O PhETTM é um projeto norte-americano que oferece gratuitamente simulações divertidas e interativas, baseadas em pesquisa, para o ensino e a aprendizagem de física, química, biologia, matemática e ciências.

coordenação, professores, técnicos administrativos e discentes.

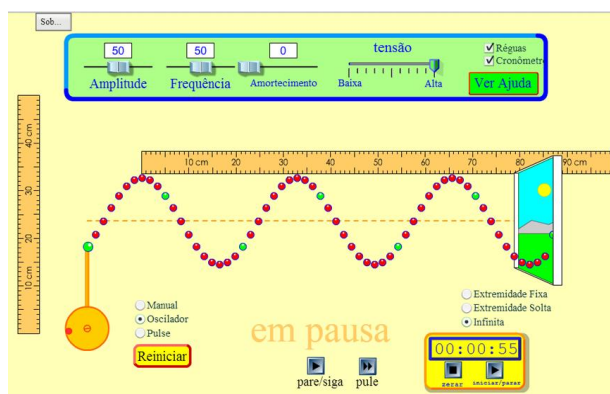


Figura 3: Simulador de onda numa corda, configurado de acordo com o primeiro problema proposto no LAFIS.

Considerando que o estudo pretendido tem como pressupostos a teoria sócio-histórica de Vygotsky e que o método de investigação científica deve estar sempre definido ou determinado pela abordagem teórico-epistemológica adotada, escolhemos para este estudo a análise microgenética:

[...] trata-se de uma forma de construção de dados que requer a atenção a detalhes e o recorte de episódios interativos, sendo o exame orientado para o funcionamento dos sujeitos focais, as relações intersubjetivas e as condições sociais da situação, resultando num relato minucioso dos acontecimentos. (DE GÓES, 2000, p. 9).

Para realizar a análise microgenética das interações procuramos identificar, a partir da observação dos detalhes nos episódios interativos, as minúcias que indicassem alguns elementos relacionados ao processo de desenvolvimento dos estudantes e as impressões dos mesmos com relação ao ambiente.

A testagem do LAFIS aconteceu em quatro etapas: (1) inicialmente, o professor pesquisador aplicou um questionário⁶ para verificar se determinados conceitos de ondulatória já haviam sido internalizados pelos aprendizes, isto é, se já faziam parte do “Nível de Desenvolvimento Real” dos estudantes; (2) na aula seguinte, o questionário foi corrigido, utilizando uma apresentação de *slides* e algumas animações disponíveis na internet; (3) os estudantes acessaram o LAFIS para resolução do problema proposto; (4) por fim, os estudantes responderam um opinário⁷ de avaliação do curso.

Como nosso objetivo principal nessa fase piloto da pesquisa foi corrigir os erros de programação do ambiente, apresentaremos nesse artigo apenas alguns aspectos da etapa número três descrita anteriormente. Portanto, consideramos como fontes de pesquisa desse trabalho: o banco de dados do AVA, as interações virtuais dos estudantes no *chat* do LAFIS, bem como as interações verbais e gestuais em sala de aula, registradas pelas filmagens.

Resultados Preliminares

Na primeira aula de aplicação do LAFIS, os alunos foram organizados em duplas e cada um deveria permanecer em um computador, mas alguns computadores não ligaram ou não acessaram a internet. Isso gerou insatisfação por parte dos estudantes que ficaram sem acesso ao ambiente, o que os deixou muito agitados. Para evitar esse tipo de problema nas aulas seguintes, o professor pesquisador foi à escola no contraturno para fazer uma manutenção

⁶ Acesse o questionário em http://www.lafis.ufms.br/questionario_previo_ondas.pdf

⁷ Acesse o opinário em http://www.lafis.ufms.br/opinario_fase_piloto.pdf

nessas máquinas. Isso, de fato, é pouco provável que aconteça nas escolas, pois, em geral, os professores não têm conhecimento técnico de manutenção em computadores e tampouco tempo suficiente para tal. No entanto, como nosso principal objetivo, nessa fase piloto da pesquisa, era corrigir os erros de programação e melhorar a usabilidade (CATAPAN, 1999) do ambiente, essa solução foi necessária.

Também na primeira aula, alguns estudantes esqueceram sua senha de acesso, o que demandou certo tempo para auxiliá-los a acessarem o ambiente. Consultando o banco de dados do AVA verificamos que três alunos até criaram outra conta de acesso. Diante disso, destacamos no ambiente o *link* de **recuperação de senha**.

Pelas filmagens realizadas observamos que na primeira aula com o uso do LAFIS muitos estudantes interessaram-se pelo simulador do PhETTM, mas para brincar ao invés de usá-lo para resolverem os problemas propostos. Dentro de certos limites, acreditamos que esse comportamento é favorável para a aprendizagem porque cria um clima inicial de descontração na aula. Porém, após a euforia inicial, o professor teve que chamar a atenção dos estudantes para direcioná-los ao desenvolvimento da atividade proposta.

Os dados do *chat* revelaram outro aspecto interessante nas interações de todos os grupos: os estudantes somente iniciam a resolução da atividade proposta após saberem quem é o colega do grupo, como mostrado abaixo na Figura 4.

[09/04/13 - 11:35] Abre Laboratório 2	[LAB 1] quem é vc???
[LAB 2] oi	[LAB 2] ?????
[09/04/13 - 11:36] Abre Laboratório 1	[LAB 1] ta ai?
[LAB 1] Holaaa Como estan?	[LAB 1] rose
[LAB 2] responde	[LAB 2] ????
[LAB 1] oi	[LAB 2] mariana
[LAB 2] quem é vc?	[LAB 1] o que é pra fazer??

Figura 4: Interação entre estudantes (nomes fictícios) na primeira aula de aplicação do LAFIS.

Esse comportamento dos estudantes também foi descrito por DA SILVA (2011, p.32). No LAFIS, notamos que os estudantes dispersavam-se muito para identificarem-se, tanto é que, na primeira aula de aplicação, nenhum grupo iniciou a solução do problema proposto. Um aspecto que poderá ser analisado futuramente é se os estudantes melhoram o seu desempenho na solução do problema se já souberem, inicialmente, o nome de seu par.

Verificamos também a necessidade de fazer alguns ajustes na programação do ambiente. O principal erro estava no *chat* do LAFIS e foi identificado numa interação verbal dos estudantes com o professor: quando um colega postava uma mensagem no ambiente, o outro estudante tinha que atualizar a página ou postar uma mensagem para visualizar as mensagens postadas anteriormente pelo colega. Analisando as interações virtuais verificamos que esse erro interferiu diretamente no desempenho dos estudantes quanto à solução do problema proposto, em especial no primeiro dia de utilização do ambiente, pois, na ocasião, em cinco grupos, apenas um dos estudantes postava mensagens (como o colega do grupo não via as postagens, acreditamos que foi por esse motivo que não houve interação). Corrigimos esse erro, colocando uma atualização automática das mensagens a cada cinco segundos.

Nos testes que fizemos antes de aplicar o LAFIS em sala de aula, era possível enviar um elemento (uma figura, por exemplo) de um laboratório para o outro. Entretanto, ao testar essa funcionalidade em sala de aula, verificamos que, quando um grupo fazia esse procedimento, o elemento era enviado para o outro laboratório de todos os outros grupos cadastrados no problema. Devido a esse fato, tivemos que desabilitar essa função na aplicação piloto e, atualmente, estamos revisando a programação do LAFIS para habilitar esse recurso de forma que cada grupo, individualmente, possa controlar o envio de seus elementos (informações).

Mesmo assim, as duplas foram orientadas a utilizarem o *chat* para debaterem os conceitos físicos relacionados à resolução das questões propostas. Analisando as interações virtuais dos estudantes, verificamos que três grupos interagiram entre si durante toda a resolução do problema, quatro grupos interagiram apenas em determinadas questões e em oito grupos⁸ não houve interação. A figura 5 exemplifica como foram as interações colaborativas no ambiente.

[LAB 2] a velocidade é + 0.6 m/s
[LAB 1] nao a velocidade é 60 m/s
[LAB 2] como qe tu fez?
[LAB 1] divide o comprimento que é 33 pelo periodo que é 0,55. entendeu é a segunda formula que ta ai.
[LAB 2] mais nao precisa transforma o 33cm em metros
[LAB 2] ou ele ja esta em metros
[LAB 1] perai vou perguntar para o prof?

Figura 5: Interação e colaboração entre estudantes para resolução de problemas no LAFIS.

As interações mostradas na figura 5 sugerem que os conceitos relacionados à velocidade de propagação da onda encontram-se na ZDP das estudantes, uma vez que ambas necessitaram de auxílio para solucionar o problema. Embora insegura, a estudante do laboratório 2 efetuou corretamente a transformação da distância de centímetros para metros. Sem a funcionalidade correta do ambiente, as colaborações não foram exigidas e as interações não aconteceram como estava previsto.

Portanto, a correção na programação do LAFIS para o envio de elementos entre os estudantes é fundamental para aproveitarmos ao máximo as potencialidades das interações virtuais por meio do AVA. Preferencialmente, sugerimos a formação de grupos nos quais os conceitos trabalhados no problema já estejam no NDR de ao menos um estudante e no NDP dos demais membros (Vygotsky, 1987). Também podem ser formados grupos nos quais os conceitos físicos estejam no NDP de ambos os estudantes (nesse caso o papel mediador do professor é ainda mais importante). A determinação destes níveis de desenvolvimento pode ser realizada em avaliações individuais anteriores ao uso do LAFIS (Vygotsky, 1991). Os resultados das outras etapas que tratam especificamente sobre os processos de aprendizagem serão apresentadas numa outra oportunidade.

Considerações Finais

Esta aplicação inicial do LAFIS foi fundamentalmente realizada para identificar e corrigir os erros na apresentação e na programação do ambiente.

Notamos que a interação entre os estudantes pode não acontecer se o problema proposto no ambiente não depender do auxílio do colega para ser resolvido, condição que será inicialmente imposta nos problemas do LAFIS. Portanto, corrigiremos a programação do LAFIS para que determinados elementos fundamentais para a solução do problema fiquem disponíveis para apenas um dos estudantes, com a possibilidade de serem “teletransportados” para o outro laboratório. Como em nosso referencial teórico a interação é essencial à aprendizagem, esperamos que com essa correção no ambiente aumente a quantidade e principalmente a qualidade das interações entre os estudantes, uma vez que estes terão que interagir para trocar informações fundamentais à resolução do problema.

É fundamental que o professor acompanhe virtualmente as interações dos estudantes, e sempre que possível, no momento da resolução dos problemas, pois assim poderá exercer o seu papel de mediador, auxiliando os aprendizes a encontrarem as respostas desejadas. A

⁸ Em três grupos apenas um membro da dupla foi à aula.

mediação do professor não precisa necessariamente ser virtual, entretanto, nas experiências iniciais com o LAFIS a interação virtual do professor nos pareceu mais eficaz, tanto por contribuir na concentração dos estudantes durante a atividade quanto pela possibilidade de atender diversos grupos ao mesmo tempo.

Referências

ALVARENGA, C. E. A. **Autoeficácia de professores para utilizarem tecnologias de informática no ensino**. 2011. 195 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

CATAPAN, A. H.; ABREU, C. W.; PLINIO, C. F.; SOUSA, A. C.; THOMÉ, Z. R. C. Ergonomia em Software Educacional: a possível integração entre usabilidade e aprendizagem. In: Workshop sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais, II., 1999, Campinas. **Atas IHC 99**, Campinas: UNICAMP, 1999.

DA SILVA, E. W. F. M.; GOBARA, S. T. LEDVI, Ambiente virtual interativo mediado a distância. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, dez. 2007.

DA SILVA, E. W. F. M. **LEDVI, Laboratório Educativo Virtual Interativo: análise de uma atividade de hidrostática**. 2011. 118 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2011.

DA SILVA, A. F. **RoboEduc: uma metodologia de aprendizado com Robótica Educacional**. 2009. 127 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

DE GÓES, M. C. R. A abordagem microgenética na matriz histórico-cultural: uma perspectiva para o estudo da constituição da subjetividade. **Cadernos Cedes**. v. 20, n. 50, 2000.

DE MELLO, D. A. A.; GOBARA, S. T. O uso das tecnologias de informação e comunicação para o ensino de física com base na teoria sócio-interacionista de Vygotsky. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, XX., 2012, São Paulo. **Anais eletrônicos**. São Paulo: USP, 2012. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/resumos/T0641-1.pdf>>. Acesso em 20 abr. 2013.

GREGIO, B. M. A. **O uso das TICS e a formação inicial e continuada de professores do ensino fundamental da escola pública estadual de Campo Grande/MS: uma realidade a ser construída**. 2005. 358 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, 2005.

PESSANHA, M. C. R.; COZENDEY, S. G.; SOUZA, M. de O. Desenvolvimento de uma ferramenta para o ensino de física experimental à distância. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 32, n. 4, 2010.

ROSA, P. R. da S. **Instrumentação para o ensino de ciências**. Campo Grande: Editora UFMS, 2010.

SIAS, D. B.; TEIXEIRA, R. M. R. Aquisição automática de dados e animações no estudo da transmissão do calor. **Revista Novas Tecnologias na Educação**. v. 4, n. 1, 2006.

VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1987.