Avaliação do impacto da retroação na aprendizagem apoiada por uma ferramenta educacional

Title: Evaluation of the impact of retroaction in learning supported by an educational tool

Vívian Ariane Barausse de Moura

Universidade Federal do Paraná - Departamento de Informática
Caixa Postal 19081. CEP 81531-980 – Curitiba/PR - Brasil
vibarausse@gmail.com

Leticia Mara Peres

Universidade Federal do Paraná - Departamento de Informática
Caixa Postal 19081. CEP 81531-980 – Curitiba/PR - Brasil
lmperes@inf.ufpr.br

Resumo

Este artigo discute alguns resultados de uma pesquisa de mestrado que propõe e aplica um método de experimentação pedagógica baseado na retroação de erros e acertos quanto ao uso de objetos de aprendizagem da ferramenta FARMA na aprendizagem do discente. Este trabalho foi conduzido realizando pesquisa teórica e prática. Na pesquisa teórica foi proposto um método de avaliação do processo de ensino-aprendizagem, usando conceitos de retroação, mobilidade educacional, ferramentas de autoria em Inteligência Artificial e objetos de aprendizagem. A pesquisa prática compreendeu a aplicação do método, baseada em diagnóstico, pré-teste, interação e pós-teste, e análise dos dados. Esta aplicação foi realizada em dois colégios do estado do Paraná, com 260 alunos do 9º do Ensino Fundamental e 1º do Ensino Médio. Foram desenvolvidos objetos de aprendizagem na FARMA abrangendo conteúdos de matemática para a fase de interação. A análise dos dados foi estatística. Os métodos destacaram que todos os participantes obtiveram algum tipo de ganho, pois as médias aumentaram. Ao comparar a experimentação pedagógica baseada na retroação de erros e acertos, houve diferença significativa estatisticamente para os alunos dos 1º anos.

Palavras-Chave: FARMA, objeto de aprendizagem, erros, retroação, processo de ensino-aprendizagem.

Abstract

This article discusses some of the results of a Masters research that proposes and applies a method of pedagogical experimentation based on retroaction of errors and successes with regard to the use of learning objects in student learning FARMA tool. This work was conducted by performing theoretical and practical research. On theoretical research was proposed one evaluation method of the teaching-learning process, using concepts of retroaction, mobile learning, authoring tools in IA, and learning objects. The research practice understood the application of the method, based on diagnosis, pretest, post-test and interaction, and analysis. This application was conducted in two schools in the State of Paraná, with 260 ninth grade students of the elementary school and first year of high school. Learning objects were developed in FARMA covering math content to the stage of interaction. The analysis of the data was statistical. The methods highlighted that all participants have achieved some kind of gain. When comparing the pedagogical experimentation based on retroaction of mistakes and successes, there was statistically significant difference for the students of the first year of high school.

Keywords: FARMA, objects learning, errors, retroaction, teaching-learning process.

1 Introdução

Existe um conjunto de benefícios ao se utilizar software educacional no âmbito escolar. Estes benefícios estão diretamente relacionados aos objetivos propostos pelo professor. Portanto, cabe ao professor selecionar conteúdo e materiais que possam ser utilizados. Esta tarefa é amplificada pelos recursos disponíveis na Internet, pois existe uma quantidade considerável de recursos, mas nem todos com objetivos direcionados ao contexto escolar. A disponibilização de acesso de material didático a partir de qualquer lugar em formato digital reestruturado e atualizado remete ao conceito de objeto de aprendizagem (OA). Segundo Wiley (2002) um OA é “qualquer recurso digital que pode ser reutilizado para suporte ao ensino reutilizável que auxilie na aprendizagem de algum conceito”.

É importante que o professor conheça e explore as opções de OA disponíveis, contribuindo para que sua práxis estimule as interações e promova a aprendizagem, aplicando os recursos tecnológicos com a mobilidade educacional, ambos em ascensão de uso.

A ferramenta **FARMA**, acrônimo de Ferramenta de Autoria para a Remediação de erros com Mobilidade na Aprendizagem, desenvolvida no Departamento de Informática na Universidade Federal do Paraná. De acordo com Marczal e Direne (2014), é uma ferramenta web de autoria com enfoque no conceito de mobilidade tecnológico educacional. Marczal e Direne (2014) define ferramenta de autoria como um software para que um tutor humano possa manipular, ou seja, criar, alterar ou excluir sessões de ensino. Para o professor é um instrumento auxiliar que permite construir e utilizar objetos de aprendizagem e visualizar os erros cometidos pelo aluno. Para o aluno, a interação com a FARMA possibilita retroagir ao contexto do erro de maneira autônoma, oportunizando aos alunos o pensamento metacognitivo e uma dinâmica de estudo diversificada.

Uma das principais características dessa ferramenta é a retroação Marczal e Direne (2011), compreendida pela possibilidade de armazenar, e explorar *a posteriori*, os erros e seus contextos cometidos pelos aprendizes. Durante suas atividades, os aprendizes podem errar por descuido ou por falta de conhecimento sobre o conteúdo. A FARMA possibilita que o aluno, ou professor, retroaja ao contexto do erro de maneira autônoma, isto é, dependendo somente de sua interação com a ferramenta.

Este artigo descreve um trabalho realizado com o objetivo de avaliar o impacto no aspecto pedagógico quanto ao uso do mecanismo de retroação de erros e acertos dos OA da ferramenta FARMA na aprendizagem. Este trabalho foi conduzido realizando pesquisa teórica e prática. Na pesquisa teórica foi proposto um método de avaliação do processo de ensino-aprendizagem, usando conceitos de retroação, mobilidade educacional, ferramentas de autoria em IA e objetos de aprendizagem. A pesquisa prática foi realizada com características exploratória e de campo, que compreendeu a definição da coleta e análise dos dados. A coleta foi baseada na aplicação de diagnóstico, pré-teste, interação e pós-teste. A pesquisa prática foi conduzida em dois colégios do estado do Paraná, com 260 alunos do 9º do Ensino Fundamental e 1º do Ensino Médio. Foram desenvolvidos OA na FARMA abrangendo conteúdos de matemática para a fase de interação. Os métodos estatísticos usados destacaram que todos os participantes obtiveram algum tipo de ganho. Ao comparar a experimentação pedagógica baseada na retroação de erros e acertos, houve diferença significativa estatisticamente para os alunos dos 1^{os} anos.

Este texto encontra-se organizado em mais cinco seções. Na seção 2 encontram-se os trabalhos relacionados. Na seção 3 está à metodologia usada na condução deste trabalho e na seção 4 a aplicação da metodologia. Na seção 5 são apresentados os resultados, seguido pelas análises dos resultados na seção 6. As considerações finais estão na seção 7.

2 Trabalhos relacionados

2.1 Avaliação de aprendizagem

Trabalhos que relacionam a utilização de softwares como ferramentas auxiliares ao processo ensino-aprendizagem no cotidiano da sala de aula têm sido publicados ao longo dos últimos anos. André (2001) destaca que a avaliação ocorre no início de qualquer projeto, como também durante o processo, para verificar se as ações estão atendendo aos objetivos estabelecidos.

Ainsworth (2004) apresenta uma abordagem de interação dos alunos com a informática e utilização de OA, através da avaliação de ambientes multimídia complexos a partir das interações dos alunos. Ainsworth (2006) propõe um *framework* para aprendizagem com múltiplas representações e apresenta alguns dos aspectos da aprendizagem e função pedagógicas relacionados no desenvolvimento do *framework*. A finalidade do projeto é o aprendizado com representações múltiplas.

Sharples e Vavoula (2009) propõem um quadro de avaliação de mobilidade tecnológico educacional em três níveis: micro (usabilidade), meso (experiência aprendizagem) e macro (integração contexto educacional e organizacional). Os autores defendem que o processo avaliativo deve ser reformulado, principalmente envolvendo a mobilidade tecnológico-educacional.

Alvez (2007) realizou um experimento onde utilizou um software de geometria dinâmica para verificar a contribuição no desenvolvimento do raciocínio espacial para alunos do ensino médio. Como parte da metodologia, o autor realizou pré-teste e pós-teste. Neste trabalho os resultados mostraram um melhor desempenho entre os alunos que utilizaram a ferramenta computacional.

Na pesquisa de Bona e Basso (2014) se utiliza um espaço de aprendizagem digital da matemática abordando a aprendizagem cooperativa.

Estes trabalhos destacam a importância de pesquisas direcionadas ao ambiente escolar e a utilização de recursos tecnológicos *on-line*, bem como as implicações que podem trazer para a aprendizagem dos alunos.

No entanto não existem ainda trabalhos direcionados à avaliação pedagógica do impacto do uso dos erros para encaminhamentos pedagógicos usando objetos de aprendizagem. Sendo assim, o presente trabalho configura-se como inédito no contexto mundial, visto que utiliza o conceito de retroação aplicado na FARMA proposto em trabalhos anteriores de um dos autores (2014).

2.2 Mobilidade tecnológico educacional

Atualmente os dispositivos móveis são recursos utilizados constantemente pelos alunos e nem sempre utilizados com objetivo educacional. Pesquisas realizadas por Quinn (2000; 2001), Sharples (2003), Kukulska-Hulme (2005), Sharples et. al (2005) fundamentam o estudo sobre a utilização de dispositivos móveis na educação. Em suas pesquisas os autores teorizam sobre a organização de modelos de aprendizagem em espaços formais e informais que apoiam a aprendizagem móvel. Também consideram alguns dos impactos que esses recursos causam na aprendizagem.

Segundo Vavoula et. al. (2009) a utilização das tecnologias móveis cria um novo cenário e promove alterações no paradigma da educação, pois possibilita novas formas de aprendizagem em diferentes contextos. Sharples (2005) e Kukulska-Hulme (2005) defendem que a aprendizagem é aprofundada e enriquecida quando os alunos podem optar por múltiplos recursos e caminhos para a construção da sua aprendizagem.

Sharples et. al. (2005) reconhecem a mobilidade tecnológico-educacional não apenas pela forma como a aprendizagem é facilitada pela tecnologia móvel, mas também pelos processos que possibilitam o conhecimento por meio de conversas e explorações em diversos contextos, entre pessoas e tecnologias interativas. A mobilidade tecnológico educacional possibilita o acesso a conteúdos sem limites de espaço ou tempo, o que oportuniza uma organização mais flexível do tempo de aprendizagem.

Para que ocorra a exploração dos recursos que a mobilidade tecnológico educacional oferece é necessária a utilização de ferramentas computacionais conectadas via Internet e softwares educativos. E neste sentido, os objetos de aprendizagem (OA) podem ser utilizados com o objetivo de ensinar e aprender, e podem contemplar tanto um único conceito ou englobar uma teoria. Segundo Nascimento (2007) um OA é um recurso digital reutilizável que auxilia na aprendizagem de algum conceito e, ao mesmo tempo, estimula o desenvolvimento de capacidades pessoais, tais como imaginação e criatividade.

Um OA na perspectiva de Kenski (2003) é visto como um fragmento reutilizável de informação independente de mídia, que é elaborado com objetivos pré-definidos com finalidades específicas. A autora destaca que uma das maiores vantagens do uso do conceito de OA é a sua possibilidade de reutilização. Reutilizar então é a habilidade de reaproveitar total ou parcialmente soluções anteriormente utilizadas.

Um OA pode ainda, de acordo com Nascimento (2007), compor um percurso didático, envolvendo um conjunto de atividades, focalizando apenas determinado aspecto do conteúdo envolvido, ou formando, com exclusividade, a metodologia adotada para determinado trabalho.

Ao organizar a metodologia de uma atividade utilizando a mobilidade tecnológico-educacional, Sharples et. al (2005) defendem que devem ser avaliadas as relações entre aluno, professor, conteúdo, tempo e espaço. A mobilidade propicia que a relação entre alunos e professores seja temporal, com a aprendizagem ocorrendo além do tempo de permanência na escola. Em relação às concepções do aluno, os autores defendem a mobilidade físico/espacial, que compreende a aprendizagem ocorrida além dos espaços físicos tradicionais (escola), pois se aprende ao longo do tempo, revisando o conhecimento que foi adquirido anteriormente e em diferentes momentos.

Avaliando a práxis do professor, Veiga (1996) defende que a prática pedagógica é uma prática social, e, como tal, deve ser orientada por objetivos e finalidades de conhecimento e ser inserida no contexto da prática social. Em outras palavras, a prática pedagógica é definida pela concepção atual da sociedade, levando em consideração o histórico e modelo social vigente. Como ambos estão em constante mutação, sejam indivíduos e sociedade, e um reflete o outro, as práticas pedagógicas também precisam ser revistas e reestruturadas dentro deste contexto.

2.3 Participação social do aprendiz

A situação atual da educação provoca mudanças práticas epistemológicas institucionais da área, sendo necessário conceber diferentemente o aluno e o professor. Segundo André (2001) a concepção que passou a orientar a mudança do aluno, e já parece consolidada como retórica, é aquela que afirma que o aluno aprende mediante a ação de construir seu próprio conhecimento com a ajuda do professor. Na situação atual, o aluno que chega à escola mudou sua inteligência, sua sociabilidade, suas habilidades, suas carências e, portanto, ele deve ser orientado de forma que privilegia sua autonomia de ação no processo de construção de seu conhecimento.

Libâneo (2011) defende que o valor da aprendizagem escolar está justamente na sua capacidade de introduzir os alunos nos significados da cultura e da ciência por meio de mediações cognitivas e interacionais promovidas pelo professor. Essa escola, concebida como

espaço de síntese, estaria buscando atingir os objetivos para uma educação básica de qualidade que envolva formação geral e preparação para o uso da tecnologia, desenvolvimento de capacidades cognitivas e operativas, formação para o exercício da cidadania crítica e formação ética.

De acordo com Warschauer (2003) o uso de qualquer tecnologia de informação ou comunicação é uma prática social que envolve acesso a artefatos físicos, conteúdos, habilidades e apoio social. A aquisição das tecnologias de informação e comunicação não é uma questão apenas de educação, mas também de poder. O acesso à tecnologia para a promoção da inclusão social não pode se basear apenas no suprimento de equipamentos ou conectividade, mas sim envolve vários outros recursos. Uma questão que colocamos é se todos esses recursos são desenvolvidos e fomentados com a intenção de acentuar os poderes social, econômico e político dos usuários ou sobre os usuários.

Kukulska-Hulme e Traxler (2005) citam que os dispositivos móveis e seus usos podem ser utilizados para ensinar um determinado conteúdo, para auxiliar os alunos a pensar criticamente e a repensar a forma do que eles fariam sem o uso desses dispositivos. A utilização neste contexto possibilita que os alunos vivenciem e compreendam o uso da tecnologia móvel na aprendizagem e reduza as barreiras culturais de comunicação entre professores e alunos.

Valente (1993) destaca que o advento do computador na educação provocou o questionamento dos métodos e das práticas educacionais, gerando insegurança em alguns professores menos informados que tem receio e refutam o uso do computador na sala de aula. De acordo com o autor, a formação do professor não acompanha o avanço tecnológico porque as mudanças pedagógicas são difíceis de serem assimiladas e implantadas na escola. Outra dificuldade é a alta velocidade das mudanças tecnológicas, que exige muito mais do professor.

A sociedade digital, com seu arcabouço de recursos e informações não extingue o papel dos professores, ao contrário, ela o amplia. Valente (1993) defende que a introdução do computador na educação tem auxiliado no processo de ensino-aprendizagem. Porém o resultado tem sido pouco observado na prática e a educação formal continua essencialmente inalterada. O autor afirma que a sociedade do conhecimento requer pessoas criativas e com capacidade para criticar construtivamente, destacando o papel e a preparação do professor, que se torna mediador da construção de conhecimento pelo aluno.

Para isso, a prática não deve meramente reproduzir processos, mas também possibilitar a criação, a produção de si própria, porque a aprendizagem tem a capacidade de autodefinir e, portanto, de se transformar. Neste sentido para Libâneo (2011) os aparatos tecnológicos passam a ser considerados objetos educacionais quando estão envolvidos em qualquer relação do processo ensino-aprendizagem e, fazendo parte de um conjunto de práticas na escola, ou em qualquer local, desde que utilizados com o objetivo de ensinar e aprender.

3 Metodologia Usada

3.1 Objetivo

Avaliar o impacto do mecanismo de retroação de erros na aprendizagem dos alunos, usando objetos de aprendizagem e baseados na interação da ferramenta FARMA com os aprendizes.

3.2 Atividades, papéis e instrumentos

Para atender esse objetivo, foi proposta e aplicada uma metodologia de avaliação que, usando os conceitos definidos por Preece et. al. (2005), possui características dos paradigmas de estudo de campo, exploratório, e com análise quantitativa e testes de usabilidade. No estudo de campo a

coleta deve ser realizada em ambientes reais com o objetivo de ampliar o entendimento do que os alunos/usuários agem em seu ambiente natural e como o uso da tecnologia causa impacto nas atividades. Os testes de usabilidade envolvem avaliar o desempenho dos alunos/usuários na realização das tarefas previamente preparadas. O desempenho dos usuários é avaliado em relação ao número de erros.

A metodologia proposta para este trabalho é baseada em cinco atividades distintas: diagnóstico, treinamento, pré-teste, interação OA, pós-teste. Para os fins da avaliação estas atividades devem ser realizadas ora somente por alunos e ora por alunos e professores. A sequência e papéis de aplicação das atividades é mostrada na Figura 1 – Atividades de avaliação. Cada retângulo nesta figura possui as seguintes informações: a atividade a ser realizada, quem participa da atividade e o(s) instrumento(s) a serem utilizado(s).

Figura 1 – Atividades de avaliação

- Atividade 1 - Diagnóstico. Tem como objetivo verificar as capacidades dos alunos quanto ao manuseio de recursos tecnológicos. Esta atividade é justificável pelos diferentes níveis de acesso a esses recursos que se encontram os alunos em geral. Atividade realizada por alunos e professores, respondendo a um questionário sobre a maturidade de uso dos recursos tecnológicos. Apresentação da ferramenta FARMA para os alunos.

- Atividade 1.1 - Treinamento. Tem como objetivo permitir o nivelamento dos alunos quanto ao uso de recursos tecnológicos. Para isso, deve-se usar os resultados da atividade de diagnóstico para identificar os alunos e professores que apresentaram dificuldades no uso rudimentar dos recursos tecnológicos. Atos como ligar e desligar o computador, abrir, usar e fechar o navegador e abrir, usar e fechar a ferramenta de e-mail são considerados de uso rudimentar de recursos tecnológicos. De acordo com o nível de maturidade identificado na atividade 1, nesta atividade deve ser proposto e aplicado um treinamento específico de conhecimentos que se identificarem necessários, como básicos de informática, acesso e utilização da Internet, da ferramenta FARMA e e-mail. Todos os alunos e professores devem ser convidados a participar da aplicação desta atividade.

- Atividade 2 - Pré-teste. Tem como objetivo verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo que é abordado no objeto de aprendizagem a ser usado na Atividade 3-Interação. Somente os alunos realizam esta atividade.

- Atividade 3 - Interação OA. Tem como objetivo a interação dos alunos com um OA embutido na FARMA. Para efeitos de avaliação, nesta atividade os grupos de alunos devem ser divididos em dois grupos: de controle (GC) e experimental (GE). O grupo de controle é aquele grupo que não terá acesso ao mecanismo de retroação a erros. O grupo experimental é o grupo que terá acesso ao mecanismo de retroação a erros.

- Atividade 4 - Pós-teste. Tem como objetivo avaliar a efetividade do recurso de retroação da FARMA na aprendizagem dos alunos. A partir dos dados obtidos pela ferramenta FARMA durante a atividade de interação com o OA, aplica-se um novo teste, com questões diferentes do pré-teste, mas avaliando as mesmas habilidades analisadas no pré-teste. A interação deve ser conduzida sem nenhum tipo de intervenção. Após a interação, o professor observa exclusivamente por meio da FARMA os procedimentos realizados pelos alunos.

Os resultados da atividade 1 - Diagnóstico, devem ser usados para identificar os alunos que participarão da atividade 1.1. Os resultados da atividade 2 - Pré-teste, devem ser usados para a distribuição uniforme das turmas e separação do grupo experimental (GE) e grupo controle (GC). Os resultados das atividades 2, 3 e 4 são usados para a avaliação geral a respeito da efetividade do mecanismo de retroação na aprendizagem do aluno. A análise dos dados ocorre no nível que Afonso (2000) descreve como micro, pois devem ser analisados os contextos da aprendizagem na sala de aula e a influência na prática pedagógica.

No contexto de uma análise quantitativa, deve-se, ao final de todas as atividades, proceder a análises estatísticas, com o objetivo de identificar a efetividade do mecanismos de retroação na aprendizagem do aluno.

4 Aplicação da metodologia

Aplicou-se a metodologia de acordo com as atividades apresentadas na seção 3.2.

4.1 Hipóteses

Para a aplicação da metodologia, definiu-se inicialmente duas hipóteses a serem validadas estatisticamente e o universo da pesquisa:

H0: Os ganhos de aprendizagem relacionados ao Tema Teorema de Pitágoras não apresentam diferença significativa no grupo experimental em relação ao grupo controle.

H1: Os ganhos de aprendizagem relacionados ao Tema Teorema de Pitágoras apresentam diferença significativa no grupo experimental em relação ao grupo de controle.

4.2 Universo

A avaliação foi feita em dois colégios da rede pública estadual do Paraná. Os dois colégios participantes possuem ensino fundamental e médio e funcionam em três turnos. Para referenciar os colégios neste texto, cada colégio recebeu um caractere alfabético J e M. O colégio J tem aproximadamente 360 alunos e o colégio M possui aproximadamente 600 alunos.

Participaram da pesquisa alunos e professores de duas turmas do 9º ano do Ensino Fundamental e duas turmas do 1º ano do Ensino Médio. Do colégio J participaram os 9ºs anos A e B. Sendo que o 9º ano A tem 32 alunos matriculados, o 9º ano B tem 31 alunos matriculados, ambos funcionam no período vespertino. O 1º ano A tem 33 alunos matriculados e funciona no

período matutino, o 1º ano B tem 29 alunos matriculados e funciona no período noturno. No Quadro 1 estão representados os participantes deste experimento. Do colégio M participaram os 9º anos A e B. Sendo que o 9º ano A tem 36 alunos matriculados e funciona no período matutino, o 9º ano B tem 35 alunos matriculados e funciona no período vespertino. Os 1º anos A e B têm respectivamente 35 e 29 alunos matriculados, ambos funcionam no período matutino.

Cada aluno recebeu um número aleatório iniciando em 1 até n (quantidade de alunos participantes). O código de cada aluno é composto de: (código do colégio) + (turma) + (número aleatório para cada aluno).

Colégio J			Colégio M		
Turmas	Nº de alunos	Período	Turmas	Nº de alunos	Período
9º A	32	Matutino	9º A	36	Matutino
9º B	31	Vespertino	9º B	35	Matutino
1º A	33	Matutino	1º A	35	Matutino
1º B	29	Matutino	1º B	29	Noturno

Quadro 1 – Turmas de participantes

4.3 Período

Essa avaliação foi conduzida durante os meses de setembro a novembro de 2015. O tema Teorema de Pitágoras, referente às hipóteses H0 e H1, foi abordado pela primeira vez para as turmas de 9º ano no mês de setembro de 2015. Para as turmas do 1º ano no mês de outubro de 2015, como revisão de conteúdo estudado no 9º ano e para dar sequência nos conteúdos do 1º ano.

4.4 Grupos de Controle (GC) e Experimental (GE)

De acordo com os resultados da atividade 2 – Pré-teste, as turmas de alunos foram divididas em **grupo de controle (GC)** e **grupo experimental (GE)**. Os alunos do GC utilizaram a FARMA sem o mecanismo de retroação habilitado e os alunos do GE a utilizaram com o mecanismo de retroação habilitado.

O objetivo desta distribuição é o de alcançar resultados mais próximos em relação à média, mediana e desvio padrão. Também é oportuno para filtrar casos extremos superiores e inferiores.

5. Resultados

Nesta seção serão apresentados os resultados alcançados com cada atividade da metodologia adotada.

5.1 Atividade 1 - Diagnóstico

Após uma coleta das autorizações por parte dos pais dos alunos para a participação neste trabalho, iniciou-se a atividade 1 de diagnóstico quanto à maturidade de uso de recursos tecnológicos. Para isso foi necessário elaborar e aplicar um questionário com perguntas abertas e fechadas como: quais recursos de informação e comunicação possui; quantas vezes por dia utiliza a Internet; quantas horas semanais utiliza a Internet; em qual ambiente utiliza a Internet;

para quais fins utiliza a Internet; se possui e-mail; se já utilizou software educacional; sobre conhecimentos em se tratando de computadores (se sabe ligar, desligar, manipular arquivos, programas) a fim de verificar como ocorre o emprego das tecnologias por alunos.

Esta verificação por meio do questionário ocorreu em todas as turmas. O primeiro contato com os alunos foi em sala de aula, momento que ocorreu explanação quanto os procedimentos do experimento. Foi destacada a importância de determinados itens (Quadro 2), referente ao comportamento esperado dos alunos.

Regras para o experimento
<ul style="list-style-type: none"> • Não haver interação entre os alunos (não é um fator pessoal, é importante para a idoneidade dos resultados obtidos) • Não utilizar outras páginas da Internet, exceto a página direcionada • Não utilizar outros softwares • Avisar quando o computador travar ou apresentar qualquer evento diferente • Não desligar o computador • Não fechar a página da Internet • Qualquer dúvida relacionada à atividade chamar a pesquisadora

Quadro 2 – Comportamento esperado dos alunos

Os questionários foram distribuídos de acordo com o número aleatório que cada estudante recebeu anteriormente.

Neste momento foram esclarecidas as dúvidas dos alunos e destacado que nenhum aluno era obrigado a participar do experimento, mas se assim o fizessem era esperado que cumprissem o que foi determinado, para não serem excluídos no processo de realização do experimento. Na tabulação e análise dos dados oriundos do questionário, ficou perceptível que a maioria dos alunos possui e utilizam recursos tecnológicos, passando um tempo considerável na Internet, como observável na Figura 1.

Figura 1 – Horas na Internet

Na Figura 1, os gráficos a) e b) representam a totalização de alunos que utilizam seu tempo em horas semanais na Internet e horas semanais de pesquisa escolar na Internet. Fica perceptível que os alunos dedicam grande parte do seu tempo na Internet, sendo que a metade dos participantes passa mais de 14 horas semanal na Internet. Deste tempo, pouco é dedicado para realização de pesquisa escolar na Internet: 18% afirmaram não realizar pesquisa escolar e 63% utilizam menos de 4 horas semanais para realizar este tipo de pesquisa.

Figura 2 – Utilização educacional

Na Figura 2 estão dispostos os gráficos que relacionam a utilização de recursos com finalidades educacionais. Dos participantes, 97% declararam que nunca utilizaram um software educacional e do total de participantes 29% declararam utilizar a Internet como recurso auxiliar nos estudos.

Após a tabulação e análise dos dados oriundos do questionário aplicado nesta fase, foi elaborada uma aula para o contato inicial dos alunos com a ferramenta, que teve duração de (50 min.). Este momento foi oportunizado para o contato inicial dos alunos com a FARMA, realizando cadastro e manuseio geral da ferramenta. O mecanismo de retroação presente nos OA e como ele pode ser utilizado foi apresentado a alunos e professores. Este momento foi direcionado para sanar as dúvidas dos alunos em relação à utilização dos mecanismos da ferramenta.

A apresentação da ferramenta possibilitou a observação do comportamento dos alunos no laboratório de informática. As dificuldades dos alunos em relação à utilização do computador também foram observadas. Com os resultados obtidos no questionário e a observação na apresentação da ferramenta, percebeu-se a necessidade da realização de um treinamento, indicada pela atividade 1.1 como uma possibilidade. Para isto foram elaboradas duas aulas (1h e 40 min.) direcionadas aos esclarecimentos quanto a questões básicas do uso do computador, para a condução homogênea do experimento.

5.2 Atividade 2 – Pré-teste

Encerradas as atividades 1 e 1.1, um pré-teste foi aplicado, a fim de verificar os conhecimentos prévios dos aprendizes sobre o tema das hipóteses H0 e H1. Para aplicação do pré-teste foi utilizada uma aula de 50 min.

O pré-teste consistiu em uma avaliação elaborada pelos professores regentes com os conceitos relacionados ao teorema de Pitágoras e relações métricas. Foram abordados conteúdos prévios da matemática que eram necessários para a solução dos problemas do pré-teste. O pré-teste possuiu sete questões e foi realizado em sala de aula, com folha e respondido a caneta, individualmente pelos alunos.

O resultado do pré-teste, corrigido por um dos pesquisadores, foi inserido em uma planilha eletrônica. Além da verificação de conhecimentos sobre o conteúdo, o pré-teste foi utilizado para distribuição uniforme das turmas e separação do grupo experimental (GE) e grupo de controle (GC). Essa distribuição foi oportuno para filtrar casos extremos, que estão destacados com um asterisco (*), e referem-se a alunos que tiraram notas inferiores a 3,0 e notas superiores a 9,5.

Os resultados do pré-teste do Colégio J estão apresentados na tabelas 1 e do Colégio M na tabela 2.

Colégio J : Resultado pré-teste					
Aluno	Pré-teste	Aluno	Pré-teste	Aluno	Pré-teste
J9A01	4,0	J9B01	5,7	J1A01	3,8
J9A02	3,8	J9B02	3,6	J1A02	4,4
J9A03	4,0	J9B03	3,1	J1A03	6,5
J9A04	8,6	J9B04	5,9	J1A04	3,6
J9A05	8,6	J9B05	3,2	J1A05	6,0
J9A06	4,4	J9B06	4,0	J1A06	6,0
J9A07	4,2	J9B07*	0,0	J1A07	4,0
J9A08	5,1	J9B08*	1,5	J1A08	6,6
J9A09	6,3	J9B09	8,8	J1A09	7,2
J9A10	6,3	J9B10	6,1	J1A10	3,8
J9A11	4,0	J9B11	5,3	J1A11	4,0
J9A12	3,8	J9B12	4,6	J1A12	7,3
J9A13	8,8	J9B13	7,1	J1A13	4,6
J9A14	7,2	J9B14	6,3	J1A14	5,8
J9A15	3,8	J9B15	6,8	J1A15	6,8
J9A16	7,1	J9B16	3,3	J1A16	6,6
J9A17	5,1	J9B17	4,0	J1A17	4,3
J9A18	5,1	J9B18	7,5	J1A18	3,4
J9A19	5,7	J9B19	6,9	J1A19	3,8
J9A20	7,1	J9B20	5,9	J1A20	4,2
J9A21	7,1	J9B21	4,2	J1A21	5,2
J9A22	8,8	J9B22	9,0	J1A22	7,0
J9A23	4,4	J9B23	3,9	J1A23	4,0
J9A24	8,6	J9B24	6,6	J1A24	7,0
J9A25	4,0	J9B25	3,3	J1A25	5,6
J9A26	4,4	J9B26	8,8	J1A26	5,4
J9A27	7,7			J1A27	6,2
J9A28	7,1			J1A28	6,0
				J1A29	8,2
				J1A30	8,0
				J1A31	6,0
				J1A32	6,0
				J1B01	5,3
				J1B02	5,2
				J1B03	6,0
				J1B04	6,0
				J1B05	8,5
				J1B06	5,6
				J1B07	3,9
				J1B08	5,8
				J1B09	8,1
				J1B10	5,2
				J1B11	5,8
				J1B12	3,2
				J1B13	7,1
				J1B14	5,8
				J1B15	6,9
				J1B16	4,8
				J1B17	4,2
				J1B18	4,2
				J1B19	6,0
				J1B20	4,9

Tabela 1 – Resultado Pré-teste Colégio J

Colégio M : Resultado pré-teste					
Aluno	Pré-teste	Aluno	Pré-teste	Aluno	Pré-teste
M9A01	9,0	M9B01	6,4	M1A01	9,3
M9A02	9,0	M9B02*	10,0	M1A02	5,8
M9A03	8,6	M9B03	5,2	M1A03	4,0
M9A04	8,0	M9B04*	FALTOU	M1A04	6,1
M9A05	9,0	M9B05	8,3	M1A05	5,8
M9A06	3,6	M9B06	8,0	M1A06	8,0
M9A07	9,0	M9B07*	FALTOU	M1A07	4,8
M9A08	6,3	M9B08	5,2	M1A08	4,1
M9A09	8,5	M9B09*	0,0	M1A09	6,3
M9A10	3,8	M9B10	5,5	M1A10	5,8
M9A11	3,5	M9B11	7,8	M1A11	3,1
M9A12	3,8	M9B12	8,0	M1A12	4,9
M9A13 *	0,0	M9B13	6,4	M1A13	8,0
M9A14	9,0	M9B14*	0,5	M1A14	3,0
M9A15	8,8	M9B15	4,0	M1A15	5,0
M9A16	9,0	M9B16	7,8	M1A16	5,1
M9A17	9,0	M9B17	8,0	M1A17	5,6
M9A18	6,8	M9B18	5,7	M1A18	5,1
M9A19	6,0	M9B19	4,0	M1A19	5,8
M9A20	7,1	M9B20	6,7	M1A20	6,8
M9A21	4,6	M9B21	7,5	M1A21	4,0
M9A22	8,8	M9B22	4,0	M1A22	4,7
M9A23	8,0	M9B23	4,0	M1A23	5,2
M9A24	9,0	M9B24	5,7	M1A24	5,0
M9A25	9,0	M9B25	5,8	M1A25	8,0
M9A26	5,2			M1A26	7,0
M9A27	9,3			M1A27	6,0
M9A28	5,0			M1A28	7,0
M9A29	9,0			M1A29	7,0
M9A30	3,5				
				M1B01	8,4
				M1B02	8,0
				M1B03	6,8
				M1B04	4,6
				M1B05	5,3
				M1B06	5,1
				M1B07	6,8
				M1B08	6,1
				M1B09	3,1
				M1B10	8,0
				M1B11	4,8
				M1B12	5,0
				M1B13	4,8
				M1B14	4,3
				M1B15	5,3
				M1B16	5,1
				M1B17	4,8
				M1B18	4,8
				M1B19	8,8
				M1B20	3,8
				M1B21	3,6
				M1B22	6,0
				M1B23	7,0
				M1B24	6,0
				M1B25	0,0
				M1B26	6,0

Tabela 2 – Resultado Pré-teste Colégio M

5.3 Atividade 3 – Interação OA

Dando continuidade às atividades propostas na metodologia, um OA foi desenvolvido na FARMA, para tratar o conteúdo específico do tema das hipóteses H0 e H1. Para a criação deste OA Teorema de Pitágoras, seguiram-se as diretrizes do plano de aula realizado em conjunto com os professores regentes.

A FARMA foi configurada para garantir a segurança dos dados, a criação e acesso dos usuários e a separação das turmas em grupos de controle. O administrador da ferramenta bloqueou o menu de retroação para as turmas que pertenciam ao grupo de controle (GC).

Na interação com o OA os aprendizes receberam os logins e senhas previamente cadastrados e interagiram com o OA Teorema de Pitágoras. Para a interação foram utilizadas duas aulas (1h40min.) e os participantes tiveram acesso ao conteúdo e realizaram as atividades presentes no OA. Como previsto, os participantes do GE realizaram a interação com o mecanismo de retroação habilitado e os do GC tinham o mecanismo de retroação desabilitado. Neste processo foram registrados os acontecimentos relacionados ao comportamento dos alunos, como dúvidas que surgiram e problemas observados.

Alguns problemas de destaque são: participantes dispersarem com conversas durante a interação, principalmente em laboratórios que a disposição das máquinas fica lado a lado; e danos em equipamentos devido a fortes chuvas na escola. Para resolver este último problema foi necessário utilizar *notebooks* e outros computadores pessoais e até mesmo alguns alunos utilizaram seus *smartphones*. Nenhum problema foi observado quanto às interações.

5.4 Atividade 4 – Pós-teste

Após a atividade 3 - Interação OA, foi aplicada uma nova avaliação seguindo a metodologia proposta: o pós-teste. Esta avaliação foi desenvolvida em conjunto com os professores regentes da disciplina de matemática dos colégios participantes, com questões diferentes do pré-teste, mas avaliando as mesmas habilidades analisadas no pré-teste. Os resultados obtidos nas avaliações das atividades 2 e 3 foram utilizados como parâmetro para realizar a avaliação da efetividade do recurso de retroação da FARMA na aprendizagem dos alunos.

Após a coleta de dados com alunos e professores, realizou-se a tabulação dos dados para análise e escrita dos resultados.

6. Análise dos resultados

A análise estatística foi desenvolvida pela equipe do Laboratório de Estatística Aplicada (LEA) do Departamento de Estatística da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Para efetuar a análise estatística, foram utilizados os resultados das avaliações descritas nas seções 5.2 e 5.4.

Os resultados do pós-teste dos colégios J e M foram organizados em tabelas e estão apresentados em dois grupos: grupo experimental (GE) e grupo controle (GC). Para a análise dos resultados as tabelas contêm as notas obtidas pelos alunos no pré-teste e no pós-teste, juntamente com sua média e mediana e seu desvio padrão.

A divisão do pré-teste ocorreu de modo que tanto o GE como o GC fossem distribuídos para que a média, mediana e desvio padrão ficassem com o valor por grupo o mais próximo possível. Foi factível deixar os grupos com a mesma média, porém houve uma pequena diferença entre a mediana e desvio padrão. Na tabela 3, estão os resultados obtidos na atividade 4 pós-teste e alguns resultados da análise estatística .

Tabela 3 – Resultados

Resultados Colégio J - turma J9					
Grupo Experimental			Grupo Controle		
	Pré-Teste	Pós-teste		Pré-Teste	Pós-teste
Média	5,750	7,442	Média	5,750	6,923
Mediana	5,500	8,000	Mediana	5,800	7,500
Desvio Padrão	1,827	2,118	Desvio Padrão	1,870	2,296
Pré x Pós			Pré x Pós		
P	0,510		P	0,055	
Normalidade	SIM		Normalidade	SIM	
Resultados Colégio M - turma M9					
Grupo Experimental			Grupo Controle		
	Pré-Teste	Pós-teste		Pré-Teste	Pós-teste
Média	6,919	8,333	Média	6,919	7,963
Mediana	7,500	8,000	Mediana	7,600	8,000
Desvio Padrão	1,931	1,617	Desvio Padrão	1,931	1,454
Pré x Pós			Pré x Pós		
P	0,042		P	0,016	
Normalidade	NÃO		Normalidade	NÃO	
Resultados Colégio J - turma J1					
Grupo Experimental			Grupo Controle		
	Pré-Teste	Pós-teste		Pré-Teste	Pós-teste
Média	5,573	8,000	Média	5,573	7,346
Mediana	5,700	8,000	Mediana	5,800	8,000
Desvio Padrão	1,363	1,617	Desvio Padrão	1,367	1,719
Pré x Pós			Pré x Pós		
P	0,523		P	0,706	
Normalidade	SIM		Normalidade	SIM	
Resultados Colégio M - turma M1					
Grupo Experimental			Grupo Controle		
	Pré-Teste	Pós-teste		Pré-Teste	Pós-teste
Média	5,715	7,963	Média	6,919	7,185
Mediana	5,600	8,000	Mediana	5,300	8,000
Desvio Padrão	1,509	1,743	Desvio Padrão	1,494	1,755
Pré x Pós			Pré x Pós		
P	0,601		P	0,539	
Normalidade	SIM		Normalidade	SIM	

Na tabela 3 estão apresentados os resultados do pós-teste dos Colégios J e M. É possível verificar através da comparação que o desempenho dos alunos aumentou se comparando as notas de pré-teste e pós-teste.

Para essa análise, foi verificada a normalidade dos dados e utilizado o teste estatístico recomendado. A normalidade foi testada através do teste de *Shapiro Wilk*, que encontra um valor P de normalidade para cada grupo do experimento. A partir da normalidade P identifica-se o tipo de teste recomendado. Para a identificação da significância estatística dos dados quando houve normalidade foi aplicado o teste T *Student* para amostras dependentes (nas comparações pré X pós) e teste T *Student* para amostras independentes (nas comparações entre grupos). Quando não houve normalidade aplicou-se o teste de *Wilcoxon* (nas comparações pré X pós). Detalhes sobre estes métodos estatísticos podem ser encontrados em Bussab e. Morettin (1987).

A tabela 4 apresenta os resultados dos testes estatísticos empregados. Ao observar o “Valor da variável” nas comparações entre os grupos GE e GC em relação à nota do pré e pós-teste percebe-se que houve aumento significativo das médias das notas dos pós-teste em relação ao pré-teste. Ao analisar a diferença do “Valor da variável” no ganho de nota entre os grupos GE e GC nas turmas de 9º ano o resultado não foi estatisticamente significativo. Já ao comparar o ganho de nota das turmas do 1º ano a diferença foi estatisticamente significativa.

Tabela 4 – Teste de Hipótese

TURMAS	Valor da variável	Conclusão
GE J9 + M9	1,5509	Diferença significativa de notas
GC J9 + M9	1,1075	Diferença significativa de notas
GE - GC (J9+M9)	0,4434	Sem diferença Significativa
GE J1 + M1	2,3358	Diferença significativa de notas
GC J1 + M1	1,6189	Diferença significativa de notas
GE - GC (J1+M1)	0,717	Diferença significativa de notas

Além do ganho de notas, um elemento que ficou evidente no decorrer da interação com a ferramenta foi o tempo utilizado pelos alunos na execução da atividade que estão apresentados na tabela 5:

Tabela 5 – Tempo de interação

TURMAS	GE	GC
M9	1h 11 min	1h 36 min
J9	1h 02 min	1h 17 min
M1	1h 07 min	1h 27 min
J1	58 min	1h 22 min

A utilização da FARMA com o mecanismo de retroação ativo, e mesmo sem o mecanismo de retroação ativo, trouxe benefícios para o processo. É considerável o ganho da aprendizagem ao utilizar as notas como métrica.

As diferenças de notas são significativas, pois houve aumento em todos os grupos. Ao comparar os grupos controle e experimental com a relação da utilização do mecanismo de retroação, houve diferença significativa estatisticamente para os alunos dos 1^{os} anos.

7 Considerações Finais

A FARMA possibilita ao aprendiz e ao professor que realizem suas respectivas tarefas de forma ampla, pois possibilita que ambos não se prendam somente aos acertos ou erros realizados nas atividades, mas no processo mental utilizado. Observar os passos usados para desenvolver uma atividade auxilia no entendimento e acompanhamento dos procedimentos realizados, e este binômio favorece o processo ensino-aprendizagem. Isto porque, ao destacar os erros dos alunos e fazer uma explanação do que ele realizou para obter o resultado, ainda que errado, direciona tanto aluno como o professor a visualizar onde ocorreu o erro e isto cria possibilidades de questionamentos e análise da práxis.

Outro diferencial da FARMA é o mecanismo de retroação, que possibilita ao aluno e professor retroagirem ao erro. É comprovado que cada pessoa possui suas individualidades e seu aprendizado ocorre de acordo com seus conhecimentos prévios, e as interações ocorrem de acordo com a realidade vivenciada. O que evidencia o papel do professor enquanto mediador do processo ensino-aprendizagem.

O desenvolvimento de uma pesquisa relacionada ao ambiente educacional é uma tarefa que envolve muitos elementos. Vários são os fatores, internos e externos, que influenciam direta ou indiretamente no desenvolvimento das atividades e estes fatores atuam como facilitadores ou dificultadores do processo. Uma metodologia deve ser definida e aplicada, através de um planejamento refletido e analisado. A criação de um ambiente controlado dentro da escola pode ser uma tarefa complexa se não se conhece as peculiaridades do ambiente. Esta aplicação envolve ética e relações pessoais, dependendo de autorização da direção, dos professores e dos pais de alunos. Da parte dos alunos espera-se motivação e comprometimento em todas as etapas.

Com o objetivo avaliar o impacto do mecanismo de retroação de erros na aprendizagem dos alunos foi conduzido o estudo prático usando objetos de aprendizagem e baseado na interação da ferramenta FARMA com os aprendizes. A avaliação teve como ênfase verificar a relação de utilização da FARMA com a aprendizagem e, principalmente, avaliar a aprendizagem e não os aprendizes.

Na interação com o software, os alunos que possuíam habilidades em informática básica se saíram significativamente melhor daqueles que não tinham essas habilidades. Mesmo com o método a ser aplicado tendo o cuidado de prever a aplicação de treinamento, referente à atividade 1.1, não foi possível sanar todas as dificuldades. Outro ponto observado foi que os alunos do 9º ano que tiveram o conteúdo de matemática no ano letivo de 2014 foram melhores na resolução das atividades do que os alunos de 1º ano que participaram do experimento como continuidade do conteúdo. Para a consideração de “melhor na resolução das atividades”, utilizou-se como parâmetro o tempo de resolução das atividades e as observações subjetivas. No processo de análise estatística do estudo prático pode-se verificar o ganho em relação às notas, os alunos de 1º ano obtiveram ganho maior.

Um item relevante nesta aplicação, além da validação da metodologia proposta é que houve ganho de nota no pós-teste entre os dois grupos experimental (GE) e controle (GC), permitindo concluir que a utilização da ferramenta proporcionou ganho de aprendizagem. Em relação ao mecanismo de retroação, as turmas que o utilizaram (GE) tiveram maior facilidade na resolução das atividades. Em relação à análise estatística a diferença no ganho de nota foi considerada significativa para os alunos do 1º ano.

Como trabalhos futuros, acredita-se que devam ser expandidas as pesquisas em relação à aplicação do mecanismo de retroação, desenvolvendo experimentos com mais interações para verificar a interferência do mecanismo de retroação no aprendizado. A utilização do mecanismo pelos professores também é um item importante a verificar, observando seus encaminhamentos metodológicos a partir da ferramenta. A análise da influência da interação presente na FARMA a partir da troca de interações entre alunos- alunos e alunos-professores, também é outro tema proposto de pesquisa futura.

Agradecimentos. As autoras do presente artigo agradecem aos seus parceiros pelo suporte prestado para o desenvolvimento da pesquisa. Aos desenvolvedores da FARMA: Alexandre Ibrahim Direne - UFPR; Diego Marczal - UTFPR Câmpus Guarapuava. Aos diretores dos Colégios Estaduais Sherley Tavares de Mello e Joanin Stroparo Neto, a toda equipe de professores, funcionários colaboradores e aos alunos.

Referências

- Afonso, A. J. (2000). Avaliação educacional: regulação e emancipação: para uma sociologia das políticas avaliativas contemporâneas. Cortez. [[GS Search](#)]
- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and instruction*, 16(3), 183-198. doi: [10.1016/j.learninstruc.2006.03.001](https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.03.001) [[GS Search](#)]
- Ainsworth, S. (2004). How should we evaluate complex multimedia environments? School of Psychology and Learning Sciences Research Institute, University of Nottingham University Park, UK. <https://pdfs.semanticscholar.org/7a87/0928557afd043a2ea0cef85633a7eff769af.pdf>

- Alves, G. (2007). Um estudo sobre o desenvolvimento da visualização geométrica com o uso do computador. In Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). <http://br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/550> [GS Search]
- André, M. (2011). O Papel da Pesquisa na Formação e na Prática dos Professores. Papirus Editora. [GS Search]
- Beetham, H. (2007). An approach to learning activity design. Rethinking pedagogy for a digital age: Designing and delivering e-learning, 26-40. [GS Search]
- Bona, A. S., & Azevedo Basso, M. V. (2014). Abstração refletida presente na aprendizagem cooperativa medida pelo espaço de aprendizagem digital da Matemática. Revista Brasileira de Informática na Educação, 22(3). <http://br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/2457> doi: 10.5753/rbie.2014.22.03.35 [GS Search]
- Bussab, W. O., & Morettin, P. A. (1987). Estatística básica - 4 Ed. Atual Editora.
- Castro, A. D., de Carvalho, A. M. P., & Pérez, D. G. (2001). Ensinar a ensinar: didática para a escola fundamental e média. Cengage Learning Editores. [GS Search]
- Demo, P. (1999). Avaliação qualitativa - 6a Ed. Autores Associados.
- IEEE Learning Technology Standards Committee. (2002). Draft standard for learning object metadata (IEEE 1484.12. 1-2002). New York, NY.
- Kenski, V. M. (2003). Tecnologias e ensino presencial e a distância. Papirus Editora. [GS Search]
- Kukulska-Hulme, A. (2005). Mobile learning: A handbook for educators and trainers. Psychology Press. [GS Search]
- Leite, M. D. (2013). Arquitetura para remediação de erros baseada em múltiplas representações externas. PhD. Thesis, Universidade Federal do Paraná, UFPR. [GS Search]
- Libâneo, J. C. (2011). Adeus professor, adeus professora?. Cortez Editora.
- Libâneo, J. C. (1994). Didática. São Paulo: Cortez.
- Luckesi, C. C. (2005). Avaliação da aprendizagem escolar. Cortez editora.
- Marczal, D. (2014). FARMA: Uma ferramenta de autoria para objetos de aprendizagem de conceitos matemáticos (Doctoral dissertation, Universidade Federal do Paraná). [Handle] [GS Search]
- Marczal, D., & Direne, A. I. (2011). Um arcabouço que enfatiza a retroação a contextos de erro na solução de problemas. Brazilian Journal of Computers in Education (Revista Brasileira de Informática na Educação - RBIE), 19(1). <http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/1298> doi: 10.5753/RBIE.2011.19.01.63 [GS Search]
- Nascimento, J. K. F. (2007). Informática aplicada à educação. Universidade de Brasília.
- Preece, J., Rogers, Y., & Sharp, H. (2005). Design de interação: além da interação humano computador. Porto Alegre: Bookman.
- Quinn, C. N. (2011). Designing mLearning: tapping into the mobile revolution for organizational performance. John Wiley & Sons. [GS Search]
- Quinn, C. (2000). mLearning: Mobile, wireless, in-your-pocket learning. LiNE Zine.

- Sharples, M. (2002). Disruptive devices: mobile technology for conversational learning. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life Long Learning*, 12(5-6), 504-520. doi: [10.1504/IJCEELL.2002.002148](https://doi.org/10.1504/IJCEELL.2002.002148) [[GS Search](#)]
- Sharples, M., Taylor, J., & Vavoula, G. (2005). Towards a theory of mobile learning. In *Proceedings of mLearn, Cape Town*. [[GS Search](#)]
- Valente, J. A. (1993). Por quê o computador na educação? In: José A. Valente (org.). *Computadores e Conhecimento: repensando a educação*. Campinas: Unicamp/Nied.
- Vavoula, G., & Sharples, M. (2009). Meeting the challenges in evaluating mobile learning: a 3-level evaluation framework. *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 1, 54-75. [[GS Search](#)]
- Veiga, I. P. A. (1996). *A prática pedagógica do professor de didática*. 2a Ed. Papirus Editora.
- Warschauer, M. (2004). *Technology and social inclusion: Rethinking the digital divide*. MIT press.
- Wiley, D. A. (2000). *Learning object design and sequencing theory*. Brigham Young University, Provo. [[GS Search](#)]