

ROODA EXATA – EDITOR DE FÓRMULAS CIENTÍFICAS INTEGRADO A UMA PLATAFORMA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

MÁRCIA RODRIGUEZ NOTARE PATRÍCIA ALEJANDRA BEHAR
UFRGS/UNISINOS UFRGS
Brasil Brasil

marciarn@unisinis.br

pbehar@terra.com.br

ABSTRACT

The Distance Learning are even more agregating value to colaborative learning, where the interactions and debates on-line are important points in the process, once the principal mean of communication is writing. Therefore, in scientifica areas, like Mathematics, which requires his own notation and simbology, the on-line interaction has been difficult and even frustating for teachers as for students, since the communication doesn't occur in a transparent, fast and accurate way. Such difficulties are related to the lack of a learning virtual environment that support a scientific communication with the possibility of formulas and symbols editing and publishing. Inside this context, this work presents the ROODA Exata formula editor, a tool integrated to the several communication functionalities offer by the ROODA virtual learning environment. Its goal is to provide on-line communication to the scientific areas, in a fast and accurate form, without the need of file attachments or specific formatting languages.

RESUMO

A Educação a Distância vem valorizando cada vez mais a aprendizagem colaborativa, onde as interações e debates on-line são pontos importantes no processo, uma vez que o principal veículo de comunicação é a escrita. Entretanto, nas áreas científicas, como a Matemática, que exigem uma notação e simbologia próprias, tem sido trabalhoso, e até mesmo frustrante, tanto para professores quanto para alunos, a interação on-line, uma vez que, a comunicação não ocorre de forma transparente,

Rodriguez, M., Behar, P. (2007). ROODA Exata – Editor de Fórmulas Científicas Integrado a uma Plataforma de Educação a Distância. En J. Sánchez (Ed.): Nuevas Ideas en Informática Educativa, Volumen 3, pp. 230-249, Santiago de Chile: LOM Ediciones.

rápida e precisa. Tais dificuldades devem-se à ausência de ambientes virtuais de aprendizagem que suportam uma comunicação científica, com possibilidade de edição e publicação de símbolos e fórmulas. Diante desse contexto, este trabalho apresenta o editor de fórmulas ROODA Exata, um editor de fórmulas científicas, integrado às diversas funcionalidades de comunicação oferecidas pelo ambiente virtual de aprendizagem ROODA. Seu objetivo é possibilitar a comunicação on-line na área das ciências exatas, de forma rápida e precisa, sem a necessidade de utilização de arquivos anexos ou de linguagens de formatação específicas.

KEYWORDS

Educação a Distância, Comunicação Científica, Editor de Fórmulas.

INTRODUÇÃO

Com a emergência das redes de comunicação, está se presenciando a abertura de um novo espaço de comunicação, comunitário e interativo, que vem influenciando e modificando a economia, a política e a cultura mundiais. Com ele, um novo espaço de comunicação, de socialização, de organização e de transação, assim como um novo meio de informação e de conhecimento, estabelece-se. Novas formas de mensagens estão proliferando-se nas redes de computadores, como hipertextos, simulações e mundos virtuais. Acompanhando este avanço, uma nova forma de relacionamento, independente de lugar geográfico e coincidência de tempo, vem se estabelecendo. Pessoas coordenam-se e cooperam, alimentando e consultando uma memória comum, independente de horários e localidades geográficas. No mundo virtual, as pessoas, ao interagir, o exploram e o atualizam simultaneamente, tornando-o um espaço de criação e inteligência coletivas. É possível não apenas ler um livro, ou navegar em um hipertexto, ou assistir a um vídeo, mas também inserir imagens e textos, alimentando e atualizando essa memória distante. Assim, todos podem ler e escrever, compartilhando e cooperando, independente da posição geográfica.

Frente a este contexto, é impossível não considerar o impacto e as mudanças que essa tecnologia vem causando na Educação.

Muito se tem discutido a respeito de Educação a Distância (EAD). A popularização da Internet e das redes de comunicação motivou esta discussão e abriu novos espaços para se desenvolver uma nova forma de ensinar e aprender, presencial e virtualmente. As metodologias tradicionais de ensino estão se tornando cada vez mais desatualizadas, uma vez que a Internet permite uma maior flexibilização do tempo e espaço.

A Educação a Distância está sendo cada vez mais difundida no meio acadêmico. A velha prática docente vem sendo questionada e repensada, para atender às

necessidades da sociedade atual, cada vez mais norteadas pelas novas tecnologias da informação e comunicação. A velocidade com que a informação é acessada e modificada nos tempos atuais fez surgir novas formas de pensar, agir e interagir, o que exige novas metodologias pedagógicas que acompanhem essa evolução. A EAD vem ao encontro destas necessidades, proporcionando que o conhecimento seja construído independente de tempo e espaço, através de trocas que ocorrem no meio virtual.

As redes de comunicação mediada por computador são, hoje, a forma mais usual de promover a aprendizagem a distância. Tais meios de comunicação oferecem a oportunidade de compartilhamento e construção de idéias, de informações e de habilidades entre os participantes, com o objetivo de fortalecer a construção do conhecimento. Até o momento, estas ferramentas de comunicação virtual são predominantemente escritas, o que permite escrevermos mensagens, respostas, etc. Essa nova prática exige novas formas de ação e interação, que permitam que os alunos construam conceitos de forma coletiva. Uma das principais contribuições de cursos mediados pela comunicação on-line é a aprendizagem ativa, que implica em compromisso social e cognitivo. Para participar destes cursos, é preciso opinar, responder aos colegas e compartilhar idéias, pois a aluno só está socialmente on-line quando faz um comentário. A participação ativa força a aprendizagem, pois escrever idéias e informações exige esforço intelectual e auxilia tanto na compreensão quanto na retenção. Formular e articular uma afirmação é uma ação cognitiva e um processo valioso. Para fazer comentários, os alunos precisam organizar idéias e pensamentos de forma coerente, e isso trata-se de um trabalho intelectual. Além disso, quando idéias e informações são publicadas em fóruns ou listas de discussões, podem desencadear novas respostas, como solicitação de esclarecimentos, desenvolvimento mais aprofundado da idéia ou até mesmo desacordos. Estas trocas fazem com que o autor da mensagem e os demais participantes da discussão aprimorem seus conceitos ou os revejam, num processo de reconstrução cognitiva. Assim, as idéias são desenvolvidas interativamente, havendo uma motivação à reflexão, interação e construção do conhecimento.

Como se pode perceber, os processos de comunicação, nesse novo contexto, dependem dos computadores, apresentando uma dinâmica de comunicação totalmente diferente da utilizada nas práticas anteriores de educação presencial. No caso específico das ciências exatas, faz-se necessário o desenvolvimento de meios de interação e comunicação que possibilitem a utilização de símbolos, fórmulas e equações. Isto porque as ciências exatas possuem uma linguagem formada por uma simbologia própria, indispensável à comunicação científica e de extrema importância para o processo de aprendizagem das mesmas. Segundo Leventhall [5],

tal suporte deve estar presente nos mais diversos meios de comunicação e interação on-line, como chats, e-mails, fóruns de discussão, mensagens instantâneas, entre outros.

Entretanto, ainda há poucos ambientes virtuais de aprendizagem que permitem a comunicação científica a distância, através do uso de símbolos e notações próprias desta área, de forma efetiva, intuitiva e amigável.

Diante deste contexto, desenvolveu-se um editor de fórmulas científicas – o ROODA Exata – como uma funcionalidade integrada aos diferentes recursos de interação e comunicação oferecidos no ambiente virtual de aprendizagem ROODA (Rede Cooperativa de Aprendizagem), disponível em <https://www.ead.ufrgs.br/rooda> [3]. O ROODA é um ambiente de Educação a Distância utilizado pela UFRGS, baseado na filosofia de software livre, e que vem sendo amplamente utilizado em diversas disciplinas e cursos desta Instituição. Atualmente conta com mais de 23000 usuários ativos. O ambiente disponibiliza recursos síncronos e assíncronos para interação e comunicação entre professores e alunos, centrado no usuário e de modo a valorizar o processo de cooperação. Dessa forma, o editor de fórmulas ROODA Exata está disponível em ferramentas tais como bate-papo e fórum de discussão. Assim, o diálogo virtual na área das ciências exatas será favorecido e enriquecido pela possibilidade de expressar, de forma objetiva e precisa, as idéias e conceitos que fazem uso da linguagem simbólica.

APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA

Para Piaget o homem se faz matemático na medida em que constrói matemática como conteúdo e sobretudo como estrutura [1]. Isto porque, para conhecer um objeto, é preciso situá-lo em um emaranhado de classes e relações, ou seja, assimilá-lo a um universo lógico-matemático. Dessa forma, o processo de desenvolvimento humano é, para Piaget, um processo de construção lógico-matemática de complexidade crescente.

A teoria de Piaget [10] trata da origem do conhecimento e o entende como sendo um processo contínuo de construção, sem início ou final absoluto. Seus estudos mostram quais são as condições necessárias para que se passe de um conhecimento inferior a um mais rico, tanto em extensão quanto em compreensão.

O processo de conhecimento se constitui na ação. Piaget refere-se a uma ação significativa, uma ação que responda às necessidades do sujeito [10]. Desta forma, sujeito e objeto não podem ser dissociados, uma vez que o conhecimento não se encontra pré-existente em nenhum destes pólos, mas sim, na sua interação.

Pode-se dizer que o sujeito só aprende porque age, “aprende por força das ações que ele mesmo pratica: ações que buscam êxito e ações que, a partir do êxito obtido,

buscam a verdade ao apropriar-se das ações que obtiveram êxito” [2]. Assim, não é qualquer ação que leva a avanços no conhecimento, mas sim, a ação significativa, que tem sentido para o sujeito, que o faz pensar sobre o que fez e sobre o próprio pensamento. Este último pode ser traduzido pelo processo de tomada de consciência da própria ação.

Assim, aprendizagem não significa aprender porque alguém ensina, mas sim, por um processo de construção, re-construção e de tomada de consciência do próprio desenvolvimento por parte do sujeito. Nesta perspectiva, tudo acontece pela ação do sujeito e, por isso, não se pode deixar de evidenciar o papel desta ação, pois é através dela que se constroem as estruturas do conhecimento.

Um dos grandes problemas da aprendizagem de Matemática pode estar relacionado à forma como a Matemática é apresentada aos alunos. Sabe-se que a Matemática, ao longo dos tempos, foi desenvolvida por meio de tentativas e erros, a partir de afirmações que eram parcialmente corretas (e conseqüentemente, parcialmente incorretas). Tais construções eram elaboradas intuitivamente, com imprecisões e afirmações fracas, que eram introduzidas intencionalmente na tentativa de visualizar a estrutura matemática, de forma dinâmica.

Entretanto, as aulas de Matemática não a mostram sob este enfoque, apresentando-a de forma polida, através de formalismos organizados numa seqüência de teoremas, demonstrações e aplicações, e omitindo o processo de construção dos conceitos envolvidos. Este enfoque exige um tratamento avançado da Matemática, que normalmente não é acompanhado por grande parte dos alunos, uma vez que é pouco flexível e requer uma vasta experiência com o “fazer matemática”.

Sabe-se que, normalmente, há um sucesso aparente dos alunos na resolução de problemas. Isto porque os mesmos aprenderam, em suas aulas de Matemática escolar, apenas rituais e receitas, como se houvesse um roteiro ou um modelo a ser seguido na resolução de um problema. Dessa forma, o que ocorre é a aprendizagem de um conjunto de procedimentos padrões, que possibilitam a resolução de uma classe de problemas extremamente limitada. Esse processo está longe do verdadeiro “fazer matemática”, que exige habilidades como conjecturar, testar, intuir, deduzir, generalizar; os alunos adquirem apenas a capacidade de efetuar cálculos.

No entanto, o trabalho dos matemáticos faz uso de uma experiência que os permite usar o conhecimento matemático de forma flexível, para resolver problemas diferentes e até então desconhecidos.

Na tentativa de minimizar esse problema, os professores de Matemática poderiam, em suas aulas, deixar transparecer o uso desta experiência, mostrando o processo pelo qual passam, as tentativas e os conceitos que utilizam, na resolução de problemas. Isto porque, ao resolver um problema, pode-se envolver etapas como

diferentes representações para um mesmo objeto matemático, como transformações, visualizações, verificações e deduções, incluindo fases de generalização, abstração e formalização. Isso caracteriza o pensamento matemático avançado como um processo extremamente complexo.

Por outro lado, sabe-se da importância do raciocínio informal, que permite manipular idéias e imagens mentais, na busca de um encaixe que leve a soluções de problemas matemáticos. O ensino da Matemática deveria fazer uso da experimentação, observação e descoberta. Isso permite uma compreensão em vários estágios necessários ao pensamento matemático, como representação, visualização, generalização, classificação, conjectura, indução, análise, síntese, abstração e formalização, já mencionadas anteriormente, e que serão detalhadas a seguir.

A representação tem um papel importante na Matemática, uma vez que os símbolos são indispensáveis em seu desenvolvimento. Estes envolvem uma relação entre signo e significado e servem para representar um conhecimento pessoal (o significado) que é explicitado através do símbolo.

Uma representação simbólica é escrita externamente com o objetivo de permitir a comunicação sobre um conceito de forma fácil e precisa. Uma representação mental, por outro lado, refere-se ao esquema interno de cada pessoa, que o utiliza para agir com o mundo externo. As representações mentais são criadas na mente do indivíduo sobre um sistema de representações concretas. O sucesso em Matemática requer uma rica representação mental dos conceitos matemáticos, ou seja, a criação de vários componentes mentais para um mesmo objeto matemático (leis, gráficos, tabelas, etc.). Tal riqueza permite uma maior flexibilidade de pensamento no processo de resolução de problemas. Entretanto, o que se observa nos alunos é um pequeno número de representações, que provoca uma inflexibilidade de modo que, uma pequena mudança na estrutura de um problema pode bloqueá-los. As diferentes representações podem ser utilizadas em diversas situações matemáticas, de forma complementar ou integrada.

Entretanto, apesar da importância das múltiplas representações de um conceito no processo de aprendizagem da Matemática, sua existência não é suficiente para garantir a flexibilidade de uso na resolução de um problema. Para tal, é preciso ser capaz de conectar as diferentes representações, para poder manipular a informação de modo a resolver o problema. Porém, o ensino e aprendizagem desse processo de troca de representações não é trivial, uma vez que sua estrutura é complexa, por fazer uso de muitas informações que precisam ser consideradas simultaneamente. Assim, muitas vezes, os alunos ficam limitados a trabalhar com uma única representação. Para superar esse problema, pode-se buscar trabalhar intensamente as múltiplas representações de um conceito e a conexão entre eles desde o início

do ensino escolar. Isso pode desenvolver nos alunos esta habilidade e proporcionar mais experiência, característica tão necessária ao sucesso na Matemática.

A LINGUAGEM E OS SÍMBOLOS NA APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA

Sabe-se que quando um sujeito consegue se expressar, argumentando sobre determinado conceito ou assunto, está em um nível mais elevado de compreensão, se comparado àquele sujeito que apenas resolve numericamente um problema, através da utilização de uma fórmula, regra ou equação. Assim, na aprendizagem de Matemática, é preciso incentivar o aluno a pensar e expressar o que pensa, seja falando ou escrevendo, de modo a justificar suas idéias e refletir sobre suas concepções. Se um sujeito consegue expressar-se sobre determinado assunto, há indícios de que o mesmo está em atividade reflexiva, ou seja, em processo de coordenação do pensamento [9].

Se o estudante, além de resolver um problema analiticamente, tem a tarefa de justificar suas escolhas e procedimentos e analisar os resultados obtidos, ele estará refletindo e estabelecendo relações entre conceitos. Dessa forma, é possível que uma maior aproximação entre técnica e significado poderá se estabelecer e, quem sabe, auxiliar no processo de aprendizagem de Matemática. Neste sentido, a habilidade de ler e escrever sobre Matemática parece essencial no processo de aprendizagem.

A linguagem matemática expressa a síntese formalizada de conceitos, e essa formalização inclui um sistema de significações. A comunicação em Matemática, ao longo de toda a história da Matemática, fez uso de sistema simbólico de representação para expressar os diferentes objetos matemáticos (conceitos, proposições, argumentações, etc.). Isto significa que a matemática e seu tratamento dependem fortemente de um sistema de representação, visto que os objetos matemáticos não são objetos perceptíveis ou observáveis. São os sistemas de representação que permitem a concretização dos objetos matemáticos de forma a tornarem-se passíveis de difusão e entendimento. É com os sistemas de representação que a produção do conhecimento matemático avança e se difunde. As representações para um mesmo objeto podem ser diferentes. Por exemplo: uma função pode ser representada via uma expressão algébrica, ou via um gráfico ou ainda via uma tabela de números. Segundo Duval [4], um mesmo objeto matemático pode ser representado por mais de uma representação ou registro. Dessa forma, no processo de aprendizagem da Matemática, é preciso desenvolver a habilidade de trabalhar em diferentes registros, ou seja, a compreensão da Matemática supõe a coordenação de diferentes (ao menos dois) registros de representações semióticas. Assim, pode-se dizer que a complexidade do problema semântico da linguagem matemática dá-se também pela variedade de registros semióticos utilizados no “fazer matemática”.

EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA E MATEMÁTICA

As vantagens da comunicação e aprendizagem colaborativa, constatadas anteriormente, ainda não podem ser totalmente observadas no contexto da Educação Matemática, assim como em outras áreas científicas. A aprendizagem de Matemática on-line não vem apresentando bons resultados [12]. Tais dificuldades são ocasionadas pela falta de suporte à comunicação matemática. Os ambientes de aprendizagem comumente utilizados, não oferecem suporte adequado para a utilização da notação matemática.

Assim, percebe-se que o processo de aprendizagem da Matemática a distância tem sido comprometido, devido às limitações que os ambientes e ferramentas voltados à Educação a Distância, que ainda não apresentam recursos suficientes para proporcionar interações de qualidade na área científica. Sabe-se que apenas a linguagem natural não é suficiente para promover uma conversação matemática, uma vez que esta é formada por uma linguagem específica, formada por símbolos próprios, necessários para que se expressem idéias e conceitos de forma precisa. Smith et al [12] destacam que os ambientes virtuais de aprendizagem têm enfatizado a comunicação escrita, através da linguagem natural, para promover debates e discussões, mas que estes ambientes não fornecem ferramentas que permitam uma comunicação matemática, vital para o processo de aprendizagem da mesma. Em situações de ensino presencial, Smith et al [12] destacam que a comunicação é contínua, formando um encadeamento de idéias, perguntas e respostas, elaboradas entre professores e alunos. Tal comunicação dá-se através da notação matemática e, dada a carência de ambientes virtuais com tais recursos, a comunicação torna-se trabalhosa, necessitando de arquivos anexos, o que interrompe o encadeamento e naturalidade da comunicação.

Segundo Smith and Fegurson [12], para inserir notação matemática em documentos on-line, os professores submetem-se ao seguinte processo: utilização de um editor de textos, como por exemplo o Microsoft Word, para gerar um arquivo com a notação matemática; salvar o arquivo como uma imagem; enviar a imagem com anexo no ambiente de aprendizagem. Percebe-se que a comunicação matemática torna-se exaustiva e pouco amigável, consumindo um tempo excessivo dos professores para o envio de uma simples mensagem. Por parte dos alunos, o problema ainda se agrava, uma vez que nem todos possuem editores de textos com suporte à notação matemática. Há também o desgaste em aprender a utilizar estas ferramentas, que combinado ao processo de aprendizagem do próprio ambiente e do conteúdo em questão, acabam desencorajando os alunos no processo de comunicação e interação, fundamentais para a aprendizagem a distância.

Engelbrecht and Harding [5] acreditam que os professores de Matemática ainda não

se encontram entusiasmados com as possibilidades oferecidas pela Internet. Esta relutância deve-se ao fato de que é senso comum entre os matemáticos que o contato face-a-face é necessário para aprender Matemática. Outro fator que contribui para a descrença em cursos a distância por parte dos professores de Matemática é relativo aos problemas ainda encontrados na representação dos símbolos matemáticos na Internet. Entretanto, Engelbrecht and Harding [5] visualizam que tais tecnologias podem ser desenvolvidas e que, em pouco tempo, não haverá distinção entre educação presencial e a distância, fazendo com que estas práticas tornem-se integradas. Muitos cursos presenciais já fazem uso de recursos tecnológicos, tomando um caráter semipresencial, de modo a viabilizar interações e discussões em horários extra-classe, através dos meios de comunicação oferecidos pela Internet. Cada vez mais será possível agendar atividades on-line, e as atividades presenciais serão cada vez menos freqüentes.

Sabe-se que a colaboração é parte importante do processo de aprendizagem, tanto na Educação presencial quanto a distância. Entretanto, ela está sendo prejudicada nas áreas científicas, devido aos transtornos de comunicação mediados pela Internet. O processo de aprendizagem de Matemática envolve, necessariamente, a utilização e compreensão de sua linguagem de símbolos. Em situações de ensino presenciais, o professor, ao escrever uma equação ou expressão matemática no quadro-negro, verbaliza e descreve o significado da simbologia. Segundo Leventhal [6,7], a linguagem falada e escrita devem caminhar juntas, pois ambas fazem parte do mesmo processo de comunicação.

Além disso, a utilização de gestos durante o processo de comunicação matemática é bastante importante, destacando duas formas distintas de gesticular: apontar e ilustrar. Apontar significa indicar ou destacar algum objeto, enquanto que ilustrar significa fornecer mais informações sobre o objeto. Pesquisas indicam que os gestos ajudam na aprendizagem.

Evidentemente, tais características ainda não são observadas nos ambiente de Educação a Distância. Para tentar minimizar os problemas enfrentados na EAD em Matemática, Leventhal investigou quais seriam os quesitos necessários para o ensino e aprendizagem de Matemática on-line. Nesta pesquisa, buscou identificar quais estratégias de comunicação são indispensáveis na Educação Matemática presencial e que, conseqüentemente, deveriam estar também presentes em ferramentas de EAD, para proporcionar ambientes de aprendizagem on-line eficazes [6,7]. Dentre as categorias de comportamento identificadas, por estudantes e professores, como necessárias à comunicação matemática, tem-se:

- Discurso utilizando linguagem matemática, como pronúncias de equações e símbolos matemáticos;

- Discurso através da língua natural;
- Leitura em voz alta;
- Escrita no quadro;
- Esboços de gráficos e diagramas;
- Gestos e apontamentos;
- Ambiente de criação;
- Compartilhamento de documentos e telas;
- Utilização da tela do computador como “papel virtual”

Adicionalmente, Leventhal destaca que um ambiente de aprendizagem de Matemática faz uso do quadro-negro tradicional, onde equações são escritas, destacadas, reescritas, acompanhadas de esboços, rabiscos, explanações e ilustrações [6,7]. Tais equações são escritas pausadamente, símbolo a símbolo, de modo a deixar claro a relação entre o que está sendo construído, e constantemente acompanhado de comentários que definem uma linha de raciocínio.

Baseada nestes dados, Leventhal aponta algumas funcionalidades necessárias em ferramentas colaborativas on-line [6,7]:

- possibilidade de compartilhar e escrever em documentos em tempo real;
- possibilidade de mostrar múltiplos documentos e destacar partes do documento, fazendo ligações em discussões síncronas;
- métodos que permitam apontar, utilizando ícones que representem palavras como “este” ou “aquele”;
- possibilidade de ler uma equação em voz alta para que o estudante possa ouvir referentes aos símbolos;
- ferramenta de esboço rápida, com elementos do tipo pegar-e-arrastar;
- equações reusáveis e reeditáveis em uma linha de discussão, onde elementos já postados possam ser rapidamente cortados, editados e postados novamente;
- gestos em três dimensões que indiquem posições, direções, associadas a diagramas.

Frente a estas constatações, é preciso analisar os ambientes de aprendizagem oferecidos e suas principais características relativas ao suporte à notação matemática.

A subseção a seguir apresenta alguns destes ambientes e uma breve análise de suas funcionalidades no que diz respeito à aprendizagem de Matemática a distância.

ESTADO DA ARTE

Ainda existem poucos ambientes virtuais de aprendizagem que permitem a edição de fórmulas científicas on-line. Dos ambientes encontrados, pode-se perceber que

as soluções apresentadas resumem-se basicamente em:

- uso de linguagens de formatação ou marcação para a inserção dos símbolos, tais como Latex ou MathML (Mathematic Markup Language);
- utilização de editores de fórmulas off-line que permitem salvar as mesmas para posteriormente anexar nas ferramentas de interação dos ambientes.

O Latex é um pacote desenvolvido para a preparação de textos impressos de alta qualidade, especialmente para textos que utilizem símbolos matemáticos. Com a utilização do Latex, o processamento do texto é feito através de comandos de formatação, que são escritos em um arquivo fonte com o uso de um editor de textos. Em seguida, o arquivo fonte é submetido a um programa formatador de textos, no caso o Latex, que gera um arquivo de saída, que pode ser impresso ou visualizado na tela do computador. Apesar de sua utilização não ser trivial, permite a edição de fórmulas complexas através de comandos.

O MathML é um padrão utilizado para exibir símbolos e fórmulas matemáticos na Web, através da utilização de uma linguagem de marcação, desde que o browser utilizado seja compatível com os padrões W3C.

Como se pode perceber, a primeira solução apresentada (uso de linguagens de marcação e formatação) tende a tornar os ambientes de EAD pouco naturais ao usuário, pois exigem o domínio de linguagens normalmente desconhecidas por estudantes e professores; os usuários de ambientes de Educação a Distância nem sempre possuem experiência com linguagens de formatação e marcação. Além disso, é preciso considerar que, numa situação de EAD, o objetivo principal é a aprendizagem de conceitos de um determinado domínio de conhecimento, e não a aprendizagem de linguagens necessárias à comunicação. Nestes casos, a necessidade de utilização destas linguagens pode desviar o foco principal da interação e prejudicar o processo de aprendizagem. Assim, é preciso que a comunicação seja o mais natural e transparente possível, uma vez que o objetivo principal não é a edição da fórmula, mas sim a aprendizagem de conceitos matemáticos através da comunicação on-line.

A segunda solução, que exige a utilização de arquivos anexos para que a comunicação científica ocorra, é extremamente trabalhosa e demorada. A necessidade de editar a fórmula em outra ferramenta, salvar para, posteriormente, anexar no ambiente de EAD, torna o processo de comunicação lento e dificultoso, fazendo com que a aprendizagem fique comprometida, visto que as interações tendem a diminuir diante deste contexto.

Na tentativa de traçar um panorama do estado da arte na comunicação científica na Internet, investigou-se ambientes virtuais de aprendizagem, utilizados no Brasil e no exterior, com o objetivo de identificar as soluções que vêm sendo oferecidas

aos usuários, no que diz respeito à comunicação científica on-line. Foram também investigadas as ferramentas de edição de fórmulas off-line que vêm sendo utilizadas em EAD.

A seguir, apresentam-se alguns ambientes e ferramentas pesquisados neste estudo:

- **NetTutor:** é um ambiente de educação a distância comercial, desenvolvido por Link-Systems International (<http://www.nettutor.com/>), que possui um chat gráfico, onde símbolos e gráficos podem ser construídos on-line.
- **WebEQ:** é uma ferramenta comercial desenvolvida por Design Science (<http://www.dessci.com/en/products/webeq/>), que tem como objetivo proporcionar a edição e publicação de textos matemáticos interativos na Web, não permitindo, entretanto, a edição e comunicação on-line.
- **Wiki:** é um ambiente para edição de textos colaborativos através de linguagem de marcação (<http://pt.wikipedia.org/wiki/Wiki>). Em algumas versões mais complexas, suportam LaTeX para a edição de fórmulas e símbolos científicos.
- **Moodle:** é um ambiente virtual de aprendizagem baseado na filosofia de software livre (<http://moodle.org/>), que permite a publicação de fórmulas através do LaTeX.
- **LiveMath:** é uma ferramenta comercial (<http://www.livemath.com/>), que permite a criação e publicação de gráficos bidimensionais e tridimensionais e equações matemáticas na internet. Os gráficos gerados e publicados na internet podem ser manipulados pelo usuário. Entretanto, a ferramenta não permite a discussão on-line com a utilização de símbolos e fórmulas.

Como se pode perceber, poucos são os ambientes virtuais de aprendizagem que permitem a comunicação através da notação matemática on-line, de forma transparente e amigável, sem a necessidade de linguagens paralelas. Os que existem, na sua maioria, são ferramentas comerciais sem versão em português.

Frente ao exposto, sentiu-se a necessidade de projetar e desenvolver um editor de fórmulas on-line, para ser incorporado ao ambiente de aprendizagem ROODA, amplamente utilizado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

A seção a seguir apresenta o editor de fórmulas científicas on-line ROODA Exata, criado para atender às necessidades de comunicação e interação na Educação a Distância em Matemática, bem como demais áreas científicas.

O ROODA EXATA

A proposta de desenvolvimento do ROODA Exata surgiu da necessidade de viabilizar e aprimorar a comunicação e expressão da Matemática em ambientes virtuais de aprendizagem. Segundo Leventhall[7], estudantes e professores vêm, cada vez mais, exigindo uma comunicação on-line rápida, em ferramentas de

tempo real, tais como mensagens instantâneas e chats, além de fóruns e correios eletrônicos.

Dessa forma, o objetivo do editor de fórmulas ROODA Exata é possibilitar a utilização de símbolos e fórmulas nos mais variados meios de interação e comunicação oferecidos no ambiente ROODA, como fórum de discussão, chat e publicação no webfólio.

O ROODA Exata foi desenvolvido de modo a não necessitar da utilização de linguagens de formatação e marcação, para que sua utilização seja transparente e intuitiva ao usuário, seguindo os critérios de usabilidade. A interação no editor é realizada de forma semelhante ao editor de fórmulas Microsoft Equation (<http://www.microsoft.com>), através de ícones e botões que permitem a inserção de símbolos e fórmulas através de um simples clique do mouse.

A configuração, montagem e desenho dos símbolos e fórmulas do ROODA Exata foram desenvolvidos em Flash 8, na linguagem ActionScript. As fórmulas e símbolos são convertidos para o formato GIF. Esta conversão, bem como a armazenagem das imagens, é realizada em PHP (gd2). A intermediação dos comandos do ActionScript para o PHP foi implementada em JavaScript.

Sua estrutura foi organizada em três categorias: símbolos, fórmulas e alfabeto grego. Foram investigadas as necessidades de áreas como Matemática, Física e Química, para definir os símbolos e fórmulas que seriam implementados no editor.

O editor é composto por três abas, uma aba para cada uma das categorias citadas. A aba de símbolos (Figura 1) contém os símbolos mais utilizados na comunicação das ciências exatas, tais como símbolos relacionais, operadores, setas, símbolos lógicos, símbolos da teoria de conjuntos, conjuntos numéricos, subscripto e sobrescrito, somatório, produto e integral, entre outros.

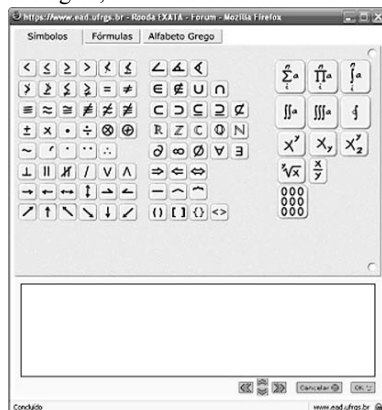


FIGURA 1. TELA DO EDITOR ROODA EXATA – ABA SÍMBOLOS

A aba de fórmulas (Figura 2) é constituída pelas principais fórmulas de matemática, física e química, e foi elaborada para diminuir o esforço do usuário na comunicação, tornando-a mais rápida, uma vez que as fórmulas mais utilizadas de cada área podem ser inseridas diretamente com um simples clique.

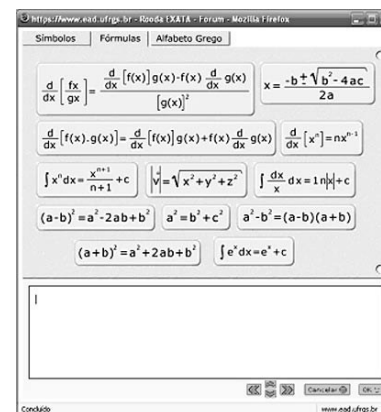


FIGURA 2. TELA DO EDITOR ROODA EXATA – ABA FÓRMULAS

Finalmente, tem-se a aba do alfabeto grego (Figura 3), que contém o alfabeto grego maiúsculo e minúsculo, por ser amplamente utilizado na comunicação e expressão científica.



FIGURA 3. TELA DO EDITOR ROODA EXATA – ABA ALFABETO GREGO

O design do editor de fórmulas foi estruturado em abas, para seguir o padrão do ambiente virtual de aprendizagem ROODA, que possui uma interface gráfica agradável, e permite uma navegação intuitiva e rápida. Sua idealização foi baseada no conceito de design de interação, que consiste em criar sistemas computacionais capazes de otimizar, ou seja, facilitar a realização de atividades do cotidiano, como comunicação, trabalho, estudo, etc., criando soluções aos usuários (e não complicações). Dentre as características que devem ser consideradas no desenvolvimento de interfaces de ambientes computacionais, pode-se citar [11]:

- tamanho de tela, considerando as diferentes resoluções de vídeo para evitar barras de rolagens;
- consistência, que garanta uma identidade visual em todo o ambiente, conservando cores, localização de objetos, entre outros;
- estruturas de aponte-e-clique, que tornem a utilização do ambiente intuitiva e automática;
- navegação facilitada, garantida através de uma organização clara dos elementos que constituem o ambiente;
- uso de imagens pertinentes, de modo a possuir uma função clara no ambiente, seja de auxílio à navegação, ou para a constituição do tema visual.

Dessa forma, o ROODA foi desenvolvido de modo a atender estas características. Os usuários do ambiente têm acesso a três temas de interface disponíveis para personalização e uso do ambiente: metafórica, aqua e formal. Nestes, buscou-se tratar as imagens de modo a facilitar o carregamento das mesmas, mesmo em conexões discadas. Segundo Mazzocato [8], o tipo de design adotado, estruturado por abas, tem o objetivo de facilitar a navegação pelo ambiente, oferecendo diversas formas de acesso às funcionalidades, facilitando assim, a integração das mesmas. Nos três temas, todos os elementos que compõem o ambiente estão localizados exatamente no mesmo espaço. Dessa forma, o usuário pode trocar de tema e localizar os recursos de navegação da mesma forma, mantendo a consistência do mesmo. Assim, o ROODA Exata mantém as características de design de interação contempladas no ambiente ROODA.

Para exemplificar sua utilização, a Figura 4 mostra a interface do fórum de discussão do ambiente ROODA, onde o botão de acesso ao ROODA Exata está localizado ao lado dos smiles. Para acessá-lo, basta um clique sobre o botão.



FIGURA 4. TELA DO FÓRUM DE DISCUSSÃO

As fórmulas são construídas através dos botões do editor. Por exemplo, para inserir uma fração, clica-se sobre o botão $\frac{\square}{\square}$, abrindo-se uma caixa de edição que permite a inserção das variáveis desejadas (Figura 5).

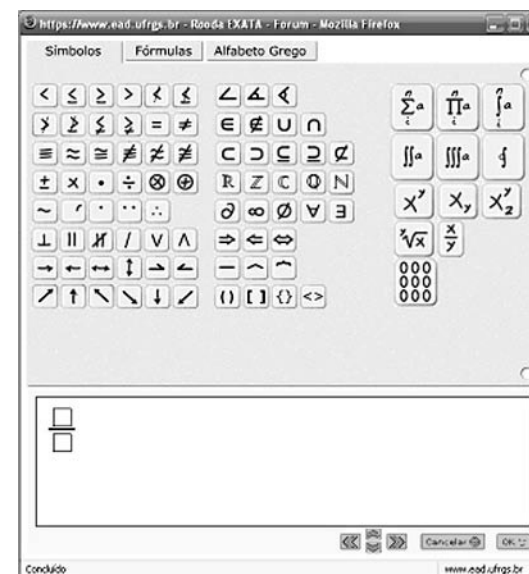


FIGURA 5. EDIÇÃO DE FÓRMULA

É possível inserir um novo símbolo sobre a fração que está sendo gerada, como por exemplo uma raiz, ou uma potência. A Figura 6 mostra uma equação gerada pelo editor.



FIGURA 6. EDIÇÃO DE FÓRMULA

As mensagens criadas podem combinar texto e fórmulas, permitindo uma comunicação rápida e precisa no ambiente de aprendizagem. A Figura 7 mostra uma mensagem do fórum de discussão.

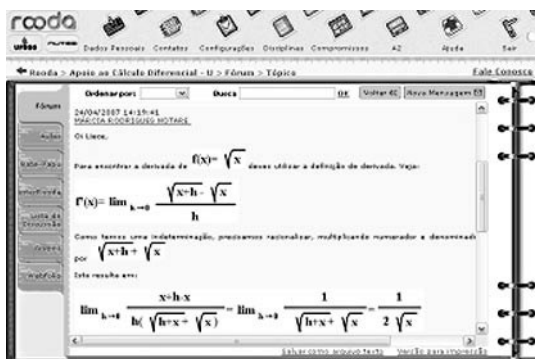


FIGURA 7. MENSAGEM CRIADA NO FÓRUM DE DISCUSSÃO

Outro potencial do editor Rooda Exata é a possibilidade de edição de matrizes com as dimensões desejadas. Para inserir uma matriz, por exemplo, basta digitar as dimensões 3 e 4 nas caixas do editor que a matriz será disponibilizada para edição (Figura 8).

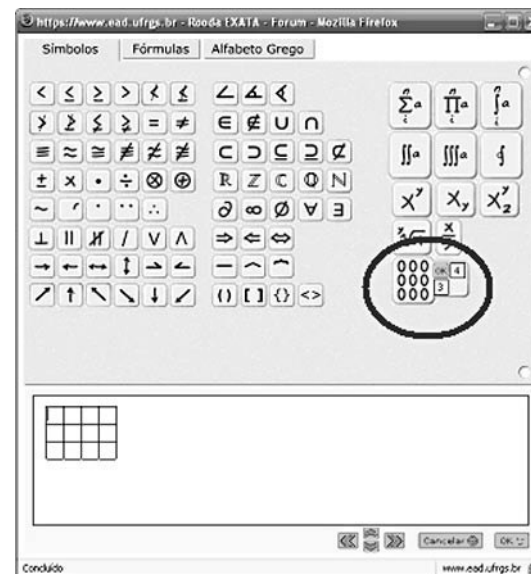


FIGURA 8. EDIÇÃO DE MATRIZES

Atualmente, o editor Rooda Exata está sendo utilizado em quinze turmas de graduação da UFRGS, dentre os quais se encontram os cursos Matemática, Física, Química e Engenharias.

A fim de aperfeiçoar o editor Rooda Exata, o mesmo também vem sendo utilizado e testado em turmas de Cálculo Diferencial da UNISINOS, junto aos alunos das Engenharias, na modalidade semi-presencial. A partir da percepção dos alunos e professores, poderão ser realizadas modificações que o tornem ainda mais intuitivo e rápido.

A partir da interação e participação dos alunos de Cálculo Diferencial da UNISINOS no ambiente Rooda com o auxílio do editor de fórmulas, está se analisando como se dá o diálogo, a comunicação, a expressão e a interação on-line na área de Matemática, fatores importantes para o processo de aprendizagem da mesma. Com os registros realizados pelos alunos no ambiente, está se buscando identificar o processo de tomada de consciência de conceitos matemáticos, através da análise

das argumentações e justificativas dos alunos. Pode-se perceber diferentes níveis de interações, que podem ser caracterizados como: simples aplicação de fórmulas, que dá indícios de que o aluno sabe resolver o problema analiticamente, mesmo que não o compreenda; descrição das operações realizadas, que representa um nível intermediário de compreensão; e explicação, argumentação, justificativa sobre a solução apresentada, no qual mostra um nível de compreensão dos conceitos envolvidos no problema.

CONCLUSÕES

A Educação a Distância, da forma como vem sendo pensada e idealizada, valoriza as interações, as trocas de informações, os debates on-line, de forma intensa, uma vez que o principal veículo de comunicação é a escrita. Entretanto, fazer Educação a Distância nas áreas científicas, tais como Matemática, Física e Química, vem sendo trabalhoso e, até mesmo frustrante, tanto para professores quanto para alunos. Tal situação deve-se ao fato de que a comunicação científica on-line ainda é penosa, pois as soluções oferecidas até o momento exigem, ou a constante necessidade de anexar arquivos editados em outras ferramentas, ou a necessidade de utilização de linguagens de formatação ou marcação, que não são intuitivas para o usuário. Dessa forma, estabelece-se uma interação on-line trabalhosa e cansativa, que prejudica as trocas entre alunos e professores e, conseqüentemente, o processo de aprendizagem.

Diante desse contexto e, na tentativa de buscar soluções para o problema da comunicação científica on-line, projetou-se e desenvolveu-se o editor de fórmulas ROODA Exata, que está integrado ao ambiente virtual de aprendizagem ROODA. A concepção do editor levou em consideração as necessidades e sugestões da comunidade acadêmica da UFRGS, com o objetivo de aprimorar a qualidade das interações virtuais nas áreas das ciências exatas, contribuindo para o avanço da Educação Matemática a Distância. O editor ROODA Exata encontra-se disponível nas ferramentas de fórum de discussão, chat e webfolio. Está sendo utilizado em quinze turmas da área de ciências exatas da UFRGS.

Os autores do presente artigo estão utilizando em turmas de Cálculo Diferencial da UNISINOS e, a partir destes resultados, pretende-se aperfeiçoá-lo cada vez mais. Ainda como parte da pesquisa, está se analisando o processo de aprendizagem de Matemática em ambientes virtuais de aprendizagem. Para isso, está se identificando os diferentes níveis de tomada de consciência a partir das contribuições dos alunos no ambiente. Com base na pesquisa, pretende-se verificar a viabilidade da Educação a Distância em áreas exatas, que necessitam de uma comunicação especial, que utiliza símbolos e fórmulas.

REFERÊNCIAS

- [1] Becker, Fernando. *Da ação à operação: o caminho da aprendizagem*. Rio de Janeiro: DP&A, 1997.
- [2] Becker, Fernando. *A origem do conhecimento e a aprendizagem escolar*. Porto Alegre: Artmed, 2003.
- [3] Behar, P. et al. ROODA/UFRGS: uma articulação técnica, metodológica e epistemológica. In: BARBOSA, Rommel Melgaço (Org.). *Ambientes Virtuais de Aprendizagem*. Porto Alegre: Artmed, 2005, p. 51-70.
- [4] Duval, R. *Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée*. In: *Annales de Didactiques et de Sciences Cognitives*, 5, IREM de Strasbourg, p. 37-65, 1993.
- [5] Engelbretcht, J. Harding, A. *Technologies involved in the teaching of undergraduate mathematics on the web*. Disponível em: <http://ridcully.up.ac.za/muti/technologies.pdf> (Acessado em 15 de junho de 2006).
- [6] Leventhall, Lyn. *Bridging the gap between face to face and online maths tutoring*. Disponível em http://dirweb.king.ac.uk/papers/Leventhall_L.H.2004_242915/leventhall_ICME10.pdf (Acessado em 31 de julho de 2007).
- [7] Leventhall, Lyn. *Requirements for Online Maths Tutoring*. In: *Proceedings of the Second European Workshop on MathML and Scientific e-Contents Workshop*, Kuopio Finland, 2004.
- [8] Mazzocato, S. *Design de Interação em um Ambiente Virtual de Aprendizagem: Avaliação da Interface Gráfica do ROODA/UFRGS*. Porto Alegre: Trabalho de Conclusão de Curso, UFRGS, 2005.
- [9] Piaget, Jean. *Abstração Reflexionante*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.
- [10] Piaget, J. *A Epistemologia Genética*. São Paulo: Abril Cultural, Coleção Os Pensadores, 1983.
- [11] Radfahrer, L. *Design / Web / Design*. São Paulo: Market Press, 2001.
- [12] Smith, G. Ferguson, D. *Student attrition in mathematics e-learning*. Disponível em <http://www.ascilite.org.au/ajet/ajet21/smith.html> (Acessado em 31 de julho de 2007).