

FARMA: Uma ferramenta de autoria para objetos de aprendizagem de conceitos matemáticos

Diego Marczal¹, Alexandre Direne¹

¹C3SL – Departamento de Informática – Universidade Federal do Paraná (UPFR)
Caixa Postal 19.081 – 81.531-980 – Curitiba – PR – Brasil

{diego,alex}@inf.ufpr.br

Abstract. *The problem of building learning objects with authoring tools is exposed a critical way. The main limitations of current approaches to mathematics teaching with learning objects are pointed out in the literature review. A web authoring tool, focusing on the concept of techno-educational mobility, is presented as an alternative to existing pedagogic approaches that rely on technological devices. The mistakes of the learner are highlighted as a central cognitive approach to learning the current version of FARMA. Future research directions are aimed at data collections regarding teachers and learners' inputs for validating the learning objects built with FARMA.*

Resumo. *O problema de construção de objetos de aprendizagem com ferramentas de autoria é exposto de maneira crítica. As principais limitações das abordagens atuais do ensino de matemática com objetos de aprendizagem são apontadas na resenha literária. Uma ferramenta web de autoria, com enfoque no conceito de mobilidade tecnológico-educacional, é apresentada como alternativa às abordagens pedagógicas existentes que se apoiam em aparatos tecnológicos. O erro do aprendiz é destacado como abordagem cognitivista central da aprendizagem no contexto da atual versão da FARMA. Trabalhos futuros apontam para a coleta de dados de professores e aprendizes reais para a validação de objetos de aprendizagem construídos com a FARMA.*

1. Introdução

No ensino básico ocorre o início da construção do raciocínio matemático de qualquer aprendiz. Nessa fase, as primeiras dificuldades começam a surgir e podem ter as mais variadas origens, que vão desde a falta de interesse do próprio aprendiz até a metodologia de ensino adotada pelo professor. Por isso, cada vez mais, são necessárias as abordagens pedagógicas centradas no interesse dos aprendizes e que favorecem o engajamento de tarefas cognitivamente relevantes de aprofundamento de conceitos. No entanto, são muitas as maneiras de se atingir tal aprofundamento e pesquisas passadas atestam isso através de aspectos relacionados com realidades muito diferentes da rotina de aprendiz e professores.

Segundo estudos de [Notare and Behar 2010], os professores conhecem as dificuldades dos aprendizes no ensino da matemática e constantemente buscam novas alternativas pedagógicas. Porém, ainda existem grandes objeções a alterar as metodologias tradicionais de ensino. Isso evidencia cada vez mais a necessidade do

desenvolvimento de novas abordagens metodológicas para o ensino e aprendizagem da matemática. Mas para que uma pedagogia mais centrada na aprendizagem realmente traga experiências de sucesso, deve-se ainda apoiar o professor como elemento chave na construção de currículos e geração de conteúdos.

Uma das abordagens de maior destaque é o uso das tecnologias digitais no processo de ensino-aprendizagem. No que diz respeito à matemática, essas tecnologias ajudam o aprendiz principalmente através da simulação computacional, onde situações do mundo real permitem a visualização de conceitos por meio de uma representação intuitiva. Porém, criar objetos de aprendizagem (OAs) que promovem intuitividade nas simulações não é uma tarefa simples. De acordo com [Murray et al. 2004], a produção de um material que ocupa um tempo de utilização durante 1 hora em uma sala de aula, exige um esforço de 300 a 1000 horas de trabalho de autoria. Diversas pesquisas tentaram minimizar esse esforço. As mais sucedidas foram as que propuseram ferramentas de autoria como mecanismos centrais de seus resultados científicos. Porém tais ferramentas ainda são de difícil acesso e compreensão por parte de muitos autores (professores) de conteúdo.

Em paralelo, a web vem se tornando um dos meios mais importantes para disponibilização e execução de OAs, além de oferecer recursos para individualizar o perfil de aprendizes e monitorá-los por longos períodos de tempo. Com esse crescimento, fica evidente a necessidade de ferramentas de autoria totalmente voltadas para a web. Com elas, o professor pode construir softwares educacionais e disponibilizá-los ao aprendiz de forma a promover até mesmo o seu uso sob aspectos de mobilidade tecnológico-educacional [Direne et al. 2012], em que o acesso pode ser feito de qualquer lugar, a qualquer hora e de qualquer dispositivo com acesso à internet.

Seguindo essas perspectivas, o presente artigo apresenta o desenvolvimento de uma ferramenta de autoria totalmente web para o desenvolvimento de OAs que promovem: (a) interatividade professor-OA e aprendiz-OA; (b) automatização de parte do raciocínio lógico-matemático através da autoria de exercícios que induzam a reflexão dos aprendizes sobre suas ações nos OAs; (c) registro remoto de longo prazo do erro do aprendiz como uma fonte de remediação das dificuldades através da colaboração entre o professor e o aprendiz no ambiente.

2. Resenha Literária

Autoria, em educação, é processo de organizar ou produzir uma sequência de informações de modo a compor um software para o ensino-aprendizagem (*e.g.*, Sistemas Tutores Inteligentes - STI) que possibilite a interação do usuário com um domínio específico. Com isso, pode-se definir uma ferramenta de autoria como um software para que um tutor humano possa manipular, ou seja, criar, alterar ou excluir sessões de ensino. Sendo assim, os objetivos principais das ferramentas de autoria são: (a) a diminuição dos esforços necessários para construção de softwares educacionais; (b) a diminuição da habilidade mínima necessária para lidar com conteúdos fora do domínio específico do autor; (c) a facilidade de prototipagem rápida. Em conjunto, tais objetivos devem proporcionar uma forma de ensino-aprendizagem mais “eficiente” [Murray et al. 2004].

Ferramentas de autoria para a construção de OAs como, CourseLab [CourseLab 2012], eXe Learning, HotPotatoes, Microsoft LCDS e MyUdutu [MyUdutu 2012], de acordo com a avaliação de pesquisas anteriores [Battistella and von Wangenheim 2011], são bem sucedidas para a produção de arquivos digitais em diferentes mídias, tais como texto, imagem, som e vídeo. Porém, os objetos criados a partir dessas ferramentas fornecem pouca interação com o aprendiz, principalmente no que se refere ao sentido crítico da carência de recursos de avaliação formativa, ao invés da simples avaliação somativa. Em particular, os ambientes citados não tratam explicitamente os erros cometidos pelo aprendiz como uma importante fonte de apoio ao aprendizado autônomo. Alguns desses ambientes, como o HotPotatoes, até permitem a construção de questionários para o aprendiz realizar exercícios, mas são incapazes de fornecer *feedback* elaborado sobre os erros cometidos.

Com o lançamento do formato de arquivo digital ePub (abreviatura de *Electronic Publication*) [Forum 2012], novas possibilidades de construção de *ebooks* surgiram para tentar ampliar as modalidades interativas com o leitor. Esse formato permite a adição de vídeo, áudio e questionários para facilitar a rotina de um autor de material de curso. De maneira geral, a interatividade é implementada para autores e leitores nos *ebooks* do formato ePub sem que detalhes de HTML tenham que ser manipulados explicitamente por ambos. Por exemplo, cenários com fundo musical são facilmente adicionados sem a necessidade de aplicar ferramentas externas para fornecer um maior engajamento do leitor, inclusive com aspectos de acessibilidade. Porém, a construção de objetos de comportamento verdadeiramente complexo nesse formato exige conhecimentos do autor sobre padrões CSS e XML.

Por outro lado, as plataformas de aprendizagem colaborativas, como AulaNet [Gerosa et al. 2004], TeleEDuc, [Amorim et al. 2004] e Moodle [Moodle 2012], apoiam o ensino a distância proporcionando o acesso a conteúdos e atividades, remotamente, a qualquer hora e de qualquer lugar. Porém, essas plataformas são pouco estruturadas do ponto de vista da estreita variedade de papéis que um usuário pode assumir. Basicamente, essas plataformas oferecem a colaboração entre usuários nos papéis de coordenadores, tutores e alunos. Uma proposta muito mais ampla já foi feita para a aprendizagem colaborativa de conceitos de jogos heurísticos [Kuss et al. 2011]. Além dos três papéis básicos, vários outros atores podem ser configurados para agirem dentro de suas permissões.

Outros exemplos de ferramentas de autoria voltadas a criação de softwares educacionais, mais precisamente os sistemas tutores inteligentes são: RUI [Direne 1997]; EON [Murray et al. 2004]; REDDEM [Ainsworth and Fleming 2006]; SIMQUEST [van Joolingen et al. 1997]. Porém, mesmo facilitando a criação de conteúdo eletrônico, ainda exigem do autor um conhecimento de programação de computadores além de ocuparem grande tempo e esforço para produzir material de qualidade. Obter a harmonia entre a facilidade de uso de uma ferramenta de autoria e o potencial que ela pode oferecer é uma tarefa difícil. Criar ferramentas de autoria com uma interface voltada a autores com pouco ou nenhum conhecimento em programação, ou mesmo ferramentas com poucos recursos, pode levar a sistemas ineficazes.

Finalmente, cabe ainda observar que a modelagem (ou mesmo o simples perfilamento) de aprendizes de longo prazo é voltada a registrar o desempenho do usuário na solução de problemas em várias fases de estudo. Nessa forma de longo prazo, o aprendiz é monitorado tipicamente por muito tempo antes de se tornar um especialista, podendo chegar até mesmo à escala de contagem de anos. Exemplos dessa modelagem podem ser encontrados em sistemas como o Mr. Collins [Bull and Pain 1995], o FLAMA [Cury et al. 1998] e o RUI [Direne 1997]. Todavia, ferramentas de autoria que permitem a construção de módulos de acompanhamento de longo prazo do aprendiz ainda são raras e residem na esfera puramente experimental.

3. Fundamentos da solução adotada

A inclusão de tecnologias nas escolas, como computadores, laptops educacionais, tablets, entre outros, desperta pesquisas na utilização desses recursos para proporcionar um ensino-aprendizagem cada vez mais centrado no aprendiz ao invés do professor. Essas pesquisas vão desde a preparação e construção de softwares educacionais destinados aos aprendizes até ferramentas de autoria que permitem que o professor elabore material interativo de apoio. Isso proporciona ao professor a oportunidade de buscar no mundo real as formas práticas e trazê-las para a sala de aula por meio, por exemplo, de aplicações de simuladores.

Tendo isso em vista, uma das abordagens que podem ser utilizadas no ensino de conceitos matemáticos é a de múltiplas representações externas [Ainsworth and Fleming 2006] da *geometria fractal*. A partir dessa abordagem, pode-se extrair diversos conceitos matemáticos a serem explorados por meio da construção passo-a-passo de quadros consecutivos, ou seja, das iterações ou ciclos dos fractais.

A geometria fractal pode ser empregada para descrever diversos fenômenos na natureza, onde os conceitos da geometria tradicional não se aplicam. Alguns exemplos são as nuvens, montanhas, turbulências, árvores, crescimento de populações, entre outros. Na matemática, pode-se encontrar diversos conceitos relacionados com fractais, dentre eles os de álgebra, geometria e cálculo. Porém ainda existe uma grande dificuldade de o professor aplicar esses conceitos em sala de aula. Para exemplificar o uso dos fractais no ensino da matemática, a Figura 1 apresenta alguns aspectos principais da Curva de Koch.



Figura 1. Fractal Curva de Koch

A formação da curva de Koch se constitui de uma sequência de passos chamados de iterações. Na iteração 0, o fractal é apenas uma simples linha reta. Na segunda iteração, o fractal começa a evoluir a partir da troca do terço médio por um triângulo equilátero sem sua base. A construção obtida é composta por 4 (quatro) partes. Na próxima iteração, é retirado o terço médio de cada novo segmento gerado e então é trocado por um novo triângulo equilátero sem base. Esse processo é repetido de acordo com o número desejado de iterações.

No contexto de cada iteração de um fractal (*e.g.*, curva de Koch), e sem mudar de contexto, pode-se explorar a geometria euclidiana. Com isso, torna-se adequado propor exercícios ao aprendiz relacionados com o número de segmentos, comprimento destes e o comprimento total da curva em cada iteração, conforme exemplificado na Tabela 1.

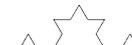
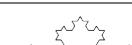
Iteração	Número de segmentos	Comprimento de cada segmento	Comprimento total da curva
	0	1	1
	1	$\frac{1}{3}$	$4^1 * \frac{1}{3^1}$
	2	$\frac{1}{9}$	$4^2 * \frac{1}{3^2}$
	3	$\frac{1}{27}$	$4^3 * \frac{1}{3^3}$
:	:	:	:
Figura Limite	n	$\frac{1}{3^n}$	$4^n * \frac{1}{3^n}$

Tabela 1. Fractal Curva de Koch e seus conceitos matemáticos.

De acordo com essa lógica estruturante e integradora de conceitos, foi desenvolvida a ferramenta de autoria web chamada FARMA (Ferramenta de Autoria para a Remediação de erros com Mobilidade na Aprendizagem), que permite a criação de OAs baseados em fractais. Nessa ferramenta, pode-se criar exercícios interativos explorando os conceitos matemáticos presentes nos fractais. Para exemplificar seu uso, será descrito de maneira breve o processo de criação de um OA que contém os conceitos explorados na Tabela 1.

Primeiramente, para construção de OAs o autor do conteúdo deve se registrar na FARMA. Após o registro e o login, o professor pode dar início à construção do OA. A tarefa de criação é dividida em 3 partes principais: criação propriamente dita do OA; descrição de conceitos introdutórios; criação de exercícios. Isso gera uma estrutura básica que o professor poderá alterar de acordo com suas necessidades. As descrições introdutórias visam uma explicação mais detalhada do que será abordados nos exercícios. Elas são criadas através de uma interface WYSIWYG (What You See Is What You Get), onde texto pode ser adicionado junto com imagens, áudios e vídeos.

Os exercícios são criados com base nos fractais e suas iterações, sendo que para cada exercício, um fractal deve ser escolhido. A FARMA proporciona um banco de dados de fractais, o qual pode ser usado em qualquer exercício. Caso o professor queira, ele também pode criar seu próprio fractal. A Figura 3 dá uma ideia de como isso é feito.

Construa seu Fractal

Nome * Axiom *

Rules * Angle * Constant

Preencha as regras separadas por ','

Prévia do Fractal



Iteração 0



Iteração 1



Iteração 2

Figura 2. Módulo para construção de fractais

Para a criação do exercício, o autor precisa definir um título, enunciado, escolher um fractal e determinar quantas iterações do fractal utilizará. Em seguida, o autor pode determinar as questões dos exercícios (ver Figura 3). Em cada questão o autor define um título, enunciado, e a resposta correta para cada iteração do fractal escolhido, com a opção de apenas mostrar a resposta para o aprendiz ou apenas de fazer uma pergunta (ver Figura 4). A resposta correta deve ser definida por uma expressão algébrica pois a ferramenta possui todo o arcabouço necessário para verificar automaticamente a equivalência entre as expressões definidas pelo autor e as repostas dos aprendizes. O autor pode ainda validar seu exercício através da simulação de seu uso, conforme ilustram as Figuras 5 e 6.

Uma das principais características da ferramenta é a possibilidade de o autor do OA poder explorar os erros cometidos pelos aprendizes. Além disso, a FARMA também permite ao aprendiz optar pela retroação ao momento exato em que o erro ocorreu para refazê-lo ou discutí-lo com o professor, mesmo depois de muito tempo ter se passado. Mais detalhes desta característica estão apresentados nas seções 4 e 5.

4. Manipulação de objetos de aprendizagem com a FARMA

Um OA construído com a FARMA pode ser composto de várias instruções e de vários exercícios. A Figura 7 apresenta a tela com a introdução de um OA.

Na parte inferior da Figura 7, pode-se observar que um paginador é disponibilizado ao aprendiz. Por meio dele, é possível navegar entre todas as páginas de introdução e exercícios. Isso oferece a liberdade de o aprendiz pular etapas já vistas ou conhecidas. Vale destacar que o paginador é construído automaticamente pela FARMA à medida que novos conteúdos são fornecidos pelo autor.

Os exercícios são apresentados como tabelas conforme a Figura 8, onde a primeira e a segunda colunas apresentam as iterações do fractal e a forma que ele assume. Cada coluna à direita do fractal representa uma questão em que cada célula deve ser preenchida pelo aprendiz. O preenchimento é feito por meio de um teclado virtual disponibilizado pelo próprio arcabouço (ver Figura 6). O teclado virtual permite a construção de expressões analíticas complexas em formato próximo como elas são escritas no papel, facilitando visualização do que o aprendiz forneceu como resposta. Outra característica importante da FARMA está na sessão do aprendiz. O OA criado automaticamente armazena a sessão do aprendiz. Sendo assim, ele pode começar a responder um exercício ou parar e sair

Exercício Editar Ordenar Questões Criar Questão

Exercício Curva de Koch

Dicas:

- Clique no campo da coluna abrir o teclado virtual e preencher sua resposta.
- Use o sinal de divisão do teclado virtual se for necessário criar frações.

Número de Iterações: 3	Fractal: Curva de Koch	Número de segmentos Editar Remover	Comprimento de cada segmento Editar Remover
0			1
1			
2			
N	Figura limite		

Figura 3. Visualização do Exercício

Preencha as informações sobre a questão

Título *

Comprimento total da Curva de Koch

Enunciado *

Determine o comprimento total da Curva de Koch

Iteração	Fractal: Curva de Koch	Resposta Correta	Perguntar ou Mostrar
0		1	<input type="radio"/> Perguntar <input checked="" type="radio"/> Mostrar
1		$4 \cdot \frac{1}{3}$	<input checked="" type="radio"/> Perguntar <input type="radio"/> Mostrar
2		$16 \cdot \frac{1}{9}$	<input checked="" type="radio"/> Perguntar <input type="radio"/> Mostrar
N	Figura Limite	$4^n \cdot \frac{1}{3^n}$	<input checked="" type="radio"/> Perguntar <input type="radio"/> Mostrar

[Salvar Questão](#)

Figura 4. Construção da questão

Exercício Editar Ordenar Questões Criar Questão

Exercício Curva de Koch

Dicas:

- Clique no campo da coluna abrir o teclado virtual e preencher sua resposta.
- Use o sinal de divisão do teclado virtual se for necessário criar frações.

Número de Iterações: 3	Fractal: Curva de Koch	Número de segmentos Editar Remover	Comprimento de cada segmento Editar Remover	Comprimento total da Curva de Koch Editar Remover
0		Correto 1	1	1
1		Correto $\frac{1}{3}$	Correto $4 \cdot \frac{1}{3}$	
2		Correto $\frac{1}{9}$	Incorreto $4 \cdot \frac{1}{3}$	
N	Figura limite		Correto $4^n \cdot \frac{1}{3^n}$	

Figura 5. Validação da(s) questão(ões)

Número de Iterações: 3	Fractal: Curva de Koch	Número de segmentos Editar Remover	Comprimento de cada segmento Editar Remover	Comprimento total da Curva de Koch Editar Remover
0				1
1				Correto $4 \cdot \frac{1}{3}$
2				Incorreto $4 \cdot \frac{1}{3}$
N	Figura limite			Correto $4^n \cdot \frac{1}{3^n}$

Teclado Virtual

$4^n \cdot \frac{1}{3^n}$

$4^n \cdot \frac{1}{3^n}$

7 8 9 x^y ←

4 5 6 + -

1 2 3 x /

, 0 () √

n ℓ Limpar Enviar

Figura 6. Entrada de dados com Teclado Virtual

Home • OA Progressões Geométricas com Fractais - Introdução

Como se dá a construção de Fractais? - parte 3

Figura 9: A Etapa 2 da Curva de Koch.

Depois, repetimos o mesmo processo (chamamos cada passo de "iteração") para cada um dos novos lados gerados. Observe que, mais uma vez, dividimos cada um dos novos lados em três partes iguais.

[Anterior](#) [Primeiro](#) [Introdução 10: Como se dá a co](#) [Último](#) [Próximo](#)

Figura 7. Visualização da introdução pelo aprendiz

Exercício Curva de Koch

Dicas:

- Clique no campo da coluna abrir o teclado virtual e preencher sua resposta.
- Use o sinal de divisão do teclado virtual se for necessário criar frações.

[Limpar Resposta do Exercício](#)

Iteração	Fractal Curva de Koch	Número de segmentos Editar Remover	Comprimento de cada segmento Editar Remover	Comprimento total da Curva de Koch Editar Remover
0		Correto 1	1	1
1		Correto 4	Incorreto $\frac{1}{4}$	
2		Correto 16		
N	Figura limite			

[Anterior](#) [Primeiro](#) [Exercício 2: Exercício Curva de l](#) [Último](#) [Próximo](#)

Figura 8. Visualização do exercício pelo aprendiz

do sistema para voltar em qualquer outro momento de continuar a responder o exercício. Essa abordagem oferece mais liberdade ao aprendiz.

5. Retroação a erros para a construção do conhecimento

Durante seus estudos, o aprendiz pode errar por descuido ou pela falta de conhecimento de conceito. No segundo caso, a remediação do erro pode ser demorada e até depender da ajuda do professor. Consequentemente, uma nova tentativa de resolver o mesmo exercício poderá exigir algum tempo (talvez várias semanas) pois dependerá de uma reestruturação cognitiva do aprendiz. No entanto, com a possibilidade de o aprendiz retroagir ao contexto do erro de maneira autônoma (que só depende da interação com a FARMA), é possível alcançar uma dinâmica de auto-estudo fundamentalmente diferente das existentes nos OAs construídos até hoje.

Tal comportamento do aprendiz só é possível porque a FARMA implementa um mecanismo de modelagem de longo prazo do aprendiz, acoplado à base de exercícios criados pelo autor do material eletrônico. Com isso, o erro deixa de ser apenas uma forma de avaliar somativamente o usuário para se tornar a modalidade concreta de avaliação formativa na construção do conhecimento, tal como advogou a psicologia cognitivista de Piaget, Papert e seus seguidores. Em outras palavras, a alternância entre a realização de novos exercícios e a restauração do contexto de antigos enunciados que foram resolvidos com erro, parece se alinhar com as visões de futuro que estão nas mais promissoras perspectivas de mudança pedagógica qualitativamente relevante.

Do ponto de vista sócio-interacionista, a FARMA também permite que o professor visualize os erros cometidos pelo aprendiz. A qualquer momento, tanto o professor como o aprendiz (ou ambos, juntos) podem restaurar a sessão exata do momento em que o erro ocorreu e, com isso, explorá-lo em mais detalhes. Esse mesmo mecanismo de retroação permite também que o exercício seja refeito, dando assim a oportunidade não só do aprendiz rever seu erro, mas também de tentar refazer o exercício. Em resumo, tanto o professor quanto o aprendiz podem iniciar discussões de remediação para permitir o aprofundamento de conceitos. Os OAs criados com a FARMA possuem um mecanismo de troca remota de comentários sobre os erros. Salienta-se que esse mecanismo é criado automaticamente pela FARMA, sem que o autor precise lidar com ele.

6. Arquitetura Funcionalista

Conforme apresentado na Figura 9, a arquitetura funcionalista da ferramenta FARMA possui três módulos principais: autoria, aprendizagem e indexador de erros. Sua implementação foi realizada visando o uso na web, seja por meio de computadores pessoais ou de dispositivos móveis. Como tecnologia principal, foi utilizada a linguagem Ruby juntamente com o framework Ruby on Rails, seguindo as técnicas de Orientação a Objetos e os principais padrões de projeto utilizados na web. Além disso, seu código é livre sobre licença GPL (Licença Pública Geral).

O módulo de autoria fornece todo o arcabouço necessário para a construção de OAs. Ele permite a criação de itens introdutórios de conteúdos, aos quais é possível adicionar texto, imagens, áudio e vídeo. Tudo isso é realizado através de uma interface WYSIWYG. Durante a construção das questões, o autor do conteúdo deve definir as respectivas respostas corretas. Tais respostas são definidas por meio de expressões algébricas e aritméticas. A ferramenta de autoria FARMA disponibiliza um avaliador de expressões de modo transparente tanto para o autor do conteúdo quanto para o aprendiz.

O módulo de aprendizagem realiza a integração dos itens introdutórios com os exercícios, e os apresenta para o aprendiz no formato de um OA paginado, por meio do qual é possível navegar entre as introduções e exercícios. Um dos objetivos da FARMA

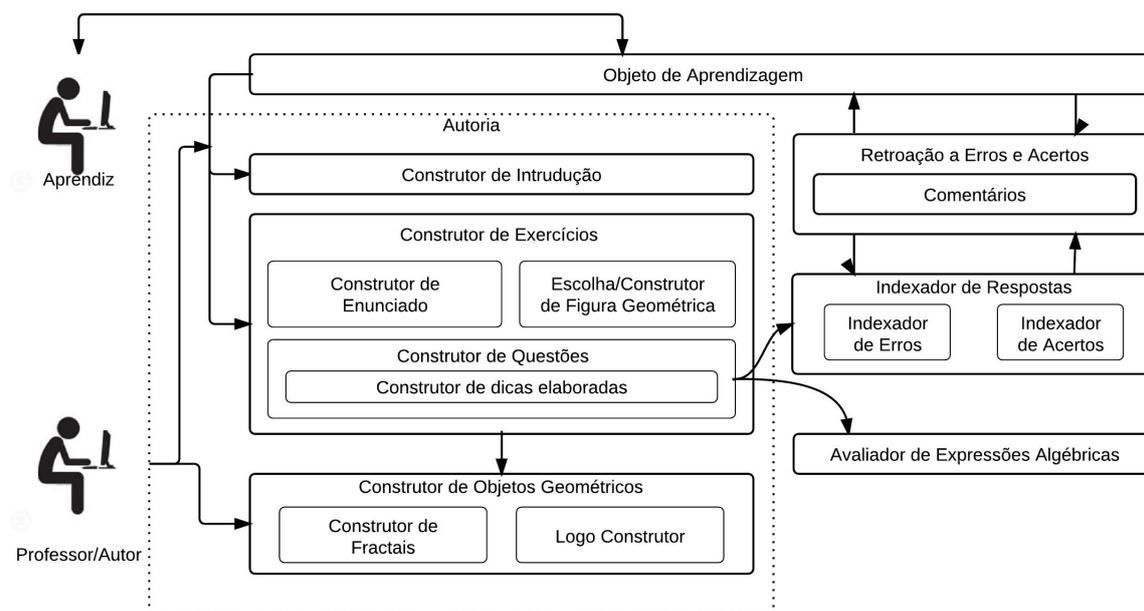


Figura 9. Arquitetura funcionalista da FARMA

é permitir que o aprendiz explore seus próprios erros. Para que isso seja possível, foi implementado um módulo para indexar e retroceder ao contexto exato de ocorrência dos erros. Esse módulo salva toda a sessão do aprendiz cada vez que ele comete um erro na solução exercícios. Além disso, incentiva um aprendizado colaborativo, pois proporciona ferramentas de troca remota de mensagens para a discussão entre professor e aprendiz.

7. Considerações Finais e Trabalhos Futuros

No presente trabalho, foram apresentadas as principais limitações das abordagens atuais para o ensino de matemática com OAs sob a perspectiva de ferramentas de autoria. A partir disso, foi apresentada uma ferramenta web chamada FARMA, destinada ao desenvolvimento de OAs para conceitos matemáticos, enfatizando o aprendizado através da remediação de longo prazo dos erros cometidos pelo usuário. Após um exemplo básico de seu uso, tanto pela perspectiva do autor do conteúdo quanto do aprendiz, foram descritos os detalhes de sua arquitetura funcionalista.

Como trabalhos futuros, estão sendo preparadas oficinas sobre o uso da FARMA, tanto em seu modo de funcionamento de autoria como de interpretação tutorial. O objetivo principal de tais oficinas será a coleta de dados de uso da ferramenta para a validação da mesma por parte de professores de matemática e de alunos das redes públicas de ensino médio. Além da validação, a pesquisa e o desenvolvido no contexto deste projeto abordará novas formas de apresentar os erros e acertos para o aprendiz e o professor. O principal resultado esperado dessa iniciativa será a ampliação das modalidades de busca de erros semelhantes por meio de uma linguagem de representação de aspectos que integram tais erros com os enunciados de exercícios.

Referências

Ainsworth, S. and Fleming, P. (2006). Evaluating authoring tools for teachers as instructional designers. *Comput. Hum. Behav.*, 22(1):131–148.

- Amorim, J. A., Pires, D. F., Ropoli, E. A., and Rodrigues, C. C. (2004). O professor e sua primeira página na internet: Uma experiência de uso do ambiente teleduc. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 12(1).
- Battistella, P. E. and von Wangenheim, A. (2011). Avaliação de ferramentas de autoria gratuitas para produção de objetos de aprendizagem no padrão scorm. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 19(3):16–28.
- Bull, S. and Pain, H. (1995). Did I say what I think I said, and do you agree with me? inspecting and questioning the student model. In *Proceedings of World Conference on Artificial Intelligence in Education (AIED-95)*, pages 124–131.
- CourseLab (2012). Ferramenta de autoria courselab. Disponível em: <http://www.courselab.com>.
- Cury, D., Direne, A., and Omar, N. (1998). Modelos baseados em e oráculos para a aprendizagem de conceitos visuais. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 2:18–29.
- Direne, A. (1997). Authoring intelligent systems for teaching visual concepts. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 8(1):71–78.
- Direne, A., Silva, W., Silva, F., Peres, L., Kutzke, A., Marczal, D., Barros, G., Moura, L., and Bazzo, G. (2012). Aprofundamento da mobilidade tecnológico-educacional por meio de jogos intelectivos. In *Anais do DesafIE-2012*, pages 1–10. SBC.
- Forum, I. D. P. (2012). International digital publishing forum. Disponível em: <http://idpf.org/>.
- Gerosa, M., Raposo, A., Fuks, H., and Lucena, C. (2004). Uma Arquitetura para o Desenvolvimento de Ferramentas Colaborativas para o Ambiente de Aprendizagem AulaNet. *XV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE*, pages 168–177.
- Kuss, F., Direne, A., Bona, L., Silva, F., and da Silva, W. (2011). Definição de atores e seus papéis em um ambiente educacional estruturado para jogos intelectivos. *Anais do XXII SBIE - XVII WIE*, pages 546–549.
- Moodle (2012). Lms moodle. Disponível em: <http://www.moodle.org>.
- Murray, T., Woolf, B., and Marshall, D. (2004). Lessons learned from authoring for inquiry learning: A tale of authoring tool evolution. In *Proc. of the 7th International Conference on Intelligent Tutoring Systems (ITS2004)*, pages 782–784. Springer.
- MyUdutu (2012). Ferramenta de autoria myudutu. Disponível em: <http://www.myudutu.com/>.
- Notare, M. R. and Behar, P. A. (2010). Comunicação e aprendizagem matemática on-line: Um estudo com o editor científico rooda exata. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 18(1).
- van Joolingen, W. R., King, S., and Jong, T. (1997). *The SimQuest authoring system for simulation-based discovery learning*, pages 79–86. IOS Press.