

MaRE: Arquitetura de um Ambiente Pessoal de Aprendizado na Web

Jeferson Maiquier Pagel
Departamento de Computação –
Universidade de Santa Cruz do Sul
(UNISC), Brazil
jeferson.pagel@gmail.com

Rodrigo Araujo Saldanha
Departamento de Computação –
Universidade de Santa Cruz do Sul
(UNISC), Brazil
rodrigoaraujosaldanha@gmail.com

Rejane Frozza
Departamento de Computação
e Programa de Pós-Graduação em
Sistemas e Processos Industriais
(PPGSPi) – Universidade de Santa
Cruz do Sul (UNISC), Brazil
frozza@unisc.br

Daniela D. S. Bagatini
Departamento de Computação –
Universidade de Santa Cruz do Sul
(UNISC), Brazil
Programa de Pós-Graduação em
Informática na Educação (PPGIE) –
Universidade Federal do Rio Grande
do Sul (UFRGS), Brazil
Centro Universitário FADERGS,
Brazil
bagatini@unisc.br

Luiza Daiane Rabuski
Departamento de Computação –
Universidade de Santa Cruz do Sul
(UNISC), Brazil
luiza.rabuski@gmail.com

Maria Cristina Villanova
Biasuz
Programa de Pós-Graduação em
Informática na Educação (PPGIE) –
Universidade Federal do Rio Grande
do Sul (UFRGS), Brazil
cbiasuz@ufrgs.br

ABSTRACT

The web has been a space where students look for learning support. In this way, the Personal Learning Environment (PLE) exploits the possibilities offered by the network and helps in the education that is based on the web space. This article presents a discussion about PLE and presents a proposal to a MaRE Online. Which is an open application, with an intelligent agent, that during the web browsing, recognizes the path browsed by the student. As well as uses the gamification strategies, track and offer benefits to the student, when he/she keeps focused on the scope of learning, which were defined in the beginning of the browsing.

Keywords

Intelligent agents, Personal Learning Environment, Online Learning.

RESUMO

A *web* tem servido de espaço onde estudantes buscam suporte para o estudo. Nesse sentido, os Ambientes Pessoais de Aprendizado (PLE - Personal Learning Environment) exploram as possibilidades oferecidas pela rede e auxiliam na educação que se pauta no espaço da *web*. O presente artigo realiza uma discussão sobre PLE e apresenta a proposta do MaRE On-line (Mapeamento da Rota de Estudo). Trata-se de uma aplicação aberta, com um agente inteligente que, durante a navegação na *web*, reconhece o percurso realizado pelo estudante e baseado em estratégias de gamificação, acompanha e fornece benefícios ao estudante quando se mantém dentro da proposta de estudo, ou seja, objetivos definidos no início da navegação.

ACM Classification Keywords

Artificial intelligence; Intelligent agents; Interactive learning environments.

INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos das últimas décadas permitiram a criação e a disseminação dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (VLE - Virtual Learning Environment). Esses ambientes buscam aperfeiçoar a qualidade de ensino por meio da elaboração de atividades fora do ambiente das aulas presenciais [1], [2]. Porém, esses ambientes apresentam características de gerenciamento a partir de uma lógica centralizada, pois são mantidos por instituições que controlam quem está matriculado no curso, bem como o material que é disponibilizado e por quanto tempo ficará disponível [3].

As limitações dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem incentivaram pesquisadores a criarem os Ambientes Pessoais de Aprendizado (PLE - Personal Learning Environment). PLEs são plataformas controladas e gerenciadas pelos próprios estudantes, que permitem organizar o espaço de aprendizagem (escolhendo interfaces, ferramentas e conteúdos), criar, publicar, compartilhar, colaborar e distribuir informações [4]. Combinado aos PLEs, agentes inteligentes podem ser utilizados no processo de aprendizagem. Sobre esse assunto, [5] e [6] revelam que os agentes inteligentes são capazes de perceber o ambiente que estão inseridos através de sensores e de agir sobre o ambiente através de atuadores. Seguindo esse entendimento, os agentes inteligentes podem ser utilizados como tutores ou como ajudantes em um Ambiente Pessoal de Aprendizado.

Com o desenvolvimento dos PLEs e dos agentes inteligentes, surgiram ferramentas, pautadas na *web*, para auxiliar na educação como suporte ao estudo. Esse é o caso da aplicação MaRE (Mapeamento da Rota de Estudo), um espaço de navegação para estudantes que utilizam *web* como ambiente de estudo [7]. O MaRE se configura em um agente inteligente que, durante a navegação, reconhece o percurso realizado pelo estudante e, por ser uma aplicação baseada em estratégias de gamificação, acompanha e fornece benefícios ao estudante quando se mantém dentro dos objetivos que por ele foram definidos no início da navegação.

Diante do exposto, esse artigo realiza uma discussão de trabalhos relacionados sobre PLEs e apresenta o MaRE, sua arquitetura e proposta de desenvolvimento. Para além de um ambiente aberto a *web*, entende-se o MaRE como uma plataforma para a pesquisa, em que trabalhos interessados nos efeitos e impactos da *web* na educação podem trazer contribuições significativas sobre a compreensão da navegação, processos, métodos, técnicas e, principalmente, coloca em pauta a discussão da relação do estudante com a tecnologia em situações de estudo.

O presente trabalho está organizado em cinco seções. A metodologia é apresentada na seção 2. Na seção 3 discute os trabalhos relacionados, dentre eles o MaRE, e apresenta um quadro comparativo. A arquitetura do MaRE é exibida na seção 4. Já na seção 5 estão as conclusões e as sugestões de trabalhos futuros.

METODOLOGIA

O trabalho orientou-se através de três etapas fundamentais:

(1) Estudo de referenciais teóricos sobre agentes e Ambientes Pessoais de Aprendizado (PLEs). A base referencial para agentes inteligentes foram os seguintes autores: [5] e [6]. Sobre Ambiente Pessoais de Aprendizado a orientação referencial seguiu os estudos de [8] e [9].

(2) Levantamento de trabalhos relacionados. A escolha dos trabalhos ocorreu a partir de pesquisas realizadas em portais científicos, como a Capes, nas bases *Scopus*, *Scielo* e *Google Acadêmico*, correlacionados com os temas “agentes inteligentes”, “ambientes pessoais de aprendizado” e “aprendizado *web*”, no período de 2013 a 2017. Para delimitar o escopo foi realizada a pesquisa com mais de um termo por vez, o que reduziu consideravelmente o número de trabalhos encontrados. Isso indica que ainda são poucos os trabalhos desenvolvidos nessa área. Durante a triagem dos resultados, o critério de seleção utilizado foi por trabalhos que tivessem maior similaridade com o MaRE, como a utilização de agentes inteligentes e que apresentassem características de um Ambiente Pessoal de Aprendizado. Os trabalhos selecionados foram:

- Ambientes Virtuais de Aprendizagem e Ambiente Imersivos: um estudo de caso utilizando tecnologias de computação móvel [1];

- *Personal Learning Environment Box (PLEBOX): A new approach to E-learning platforms* [10];
- *Personalised intelligent multi-agent learning system for engineering courses* [11]; e
- Integração de uma Metodologia de Ensino Presencial de Programação com um Sistema Tutor Inteligente [12].

(3) Análise comparativa dos trabalhos relacionados. As seguintes características foram utilizadas como critério de análise: tipo de ambiente, se a aplicação tem suporte para multiplataforma, redes pessoais de aprendizado e uso de agentes. Tais características são detalhadas na seção 3, quando o quadro comparativo é apresentado.

(4) Identificação, proposição e implementação. A partir da análise e comparação com os trabalhos relacionados foram projetadas melhorias para o MaRE. O objetivo é oferecer um ambiente *on-line* intuitivo, objetivo, simples e robusto. Cabe salientar que o MaRE, antes desse trabalho, só oferecia uma versão *desktop*. No intuito de caminhar em direção a trabalhos futuros que possam discutir sobre os efeitos e impactos da *web* na educação, fez-se necessária a ampliação do MaRE para disponibilização *on-line*, o que permitirá analisar o percurso *web* de estudo de diferentes estudantes. Tal avanço também possibilitará colocar em pauta a discussão da relação do estudante com a tecnologia em situações de estudo.

TRABALHOS RELACIONADOS

A seguir são apresentados trabalhos relacionados que servem como base para o entendimento do estado da arte e para conhecer o que está sendo desenvolvido na área de agentes inteligentes, de Ambientes Pessoais de Aprendizado e de espaços *on-line* de estudo.

Ambientes Virtuais de Aprendizagem e Ambiente Imersivos: um estudo de caso utilizando tecnologias de computação móvel

No trabalho desenvolvido por [1] foi realizado um estudo de caso no Ambiente Virtual de Aprendizado Moodle para adaptação do sistema para dispositivos móveis. Segundo os autores, a escolha da ferramenta ocorreu por ser gratuita, estável e por possibilitar a utilização de diferentes temas e *plug-ins*. Para adaptar o sistema de um *site* estático para um *site* responsivo e possibilitar a adequação do *design* para diferentes tamanhos de telas, foi utilizado o *plug-in bootstrap*¹ e outras técnicas de *javascript*, como o redimensionamento de texto e imagens. Ainda de acordo com [1], uma limitação encontrada na adaptação do Moodle para a compatibilidade de *layout* com os diversos dispositivos foi à impossibilidade de adaptar todos os recursos encontrados no *site* estático para ambientes *mobile*. Em relação à disponibilidade de acesso ao sistema, um servidor próprio configurado com o *WampServer*, que permite a utilização conjunta de tecnologias como *Apache*, *PHP* e *MySQL*, possibilitou a configuração do servidor

¹ *Plug-in* utilizado para auxiliar a adaptação de *sites* para dispositivos com variados tamanhos de telas.

com um IP externo para acesso por uma rede externa 3G. Durante os testes foi analisado o desempenho da rede em relação ao tempo e quantos *megabytes* eram consumidos para o carregamento das páginas. Para avaliação do *layout*, os testes ocorreram com diferentes dispositivos. Uma das limitações encontradas durante os testes foi a baixa velocidade de conexão oferecida pelas operadoras de telefonia móvel que, em algumas situações, impediu o carregamento de páginas. Como resultado positivo dos testes, os autores destacaram as adaptações de *layouts* através do *plug-in bootstrap*, que atendeu às necessidades dos usuários, sem necessitar de intervenção dos mesmos.

Personal Learning Environment Box (PLEBOX): A new approach to E-learning platforms

No sistema PLEBOX de [10], o uso do *framework Sharepoint* da Microsoft permitiu a criação de *websites*, utilizando *webparts*, componentes esses que podem ser adicionados ou removidos facilmente por administradores ou por professores. Alguns dos componentes possíveis de personalização no ambiente são o conteúdo disponibilizado para os estudantes, a barra de pesquisa e o monitoramento do comportamento dos estudantes.

O objetivo da criação do PLEBOX foi disponibilizar uma ferramenta que pudesse envolver e facilitar a relação entre estudantes e professores, de maneira a possibilitar o compartilhamento e a disseminação do conteúdo de aprendizado, bem como o uso de sistemas inteligentes e a simulação de um ambiente de aula virtual. A arquitetura do PLEBOX consiste em componentes que possibilitam o acesso a módulos, a banco de dados e à configuração de permissão de acesso para usuários (*Microsoft Sharepoint*). Essa arquitetura permite acesso ao sistema através da Internet, utilizando-se de um navegador.

Personalised intelligent multi-agent learning system for engineering courses

[11] apresentam uma metodologia para o aprendizado e para um modelo de sistema de Ambiente Pessoal de Aprendizado Multiagente com foco em cursos de Engenharia, estilo de aprendizado dos estudantes e características pessoais. Dentre as principais tecnologias os autores citam a *web* semântica, a ontologia, o sistema de recomendação e os agentes inteligentes.

Durante o desenvolvimento do sistema foram utilizados questionários para avaliar os estilos de aprendizado dos estudantes, sendo eles: autônomo, responsivo ou reativo, proativo e habilidade social. Isto permitiu definir como os agentes inteligentes deveriam agir durante o aprendizado dos estudantes. Após criados perfis dos usuários, o ambiente foi personalizado.

Outros aspectos também foram adicionados como, conhecimentos, interesses, objetivos, características cognitivas do estudante e o tipo de comportamento de aprendizado. Durante o uso do sistema são analisados os comportamentos do estudante através de mineração de dados e de métodos analíticos de aprendizado para ajustes

das características de aprendizado. Assim, a ferramenta de sugestão de estudo tem uma maior taxa de sucesso nas suas indicações. Para [11], os principais fatores de sucesso do sistema são a utilização de questionários para analisar o estilo de aprendizado dos estudantes e a possibilidade de um ambiente personalizado de acordo com essas características.

Integração de uma Metodologia de Ensino Presencial de Programação com um Sistema Tutor Inteligente

O trabalho de [12] apresenta o sistema *Halyen*, que consiste em um ambiente virtual para auxiliar no ensino presencial, através da escolha da estratégia pedagógica segundo o perfil, o estado emocional e outras características do estudante. A aplicação possui dois tipos de usuários: os professores que gerenciam o conteúdo e são responsáveis pelo acompanhamento do desempenho do estudante; e os estudantes que possuem acesso a conteúdos e exercícios disponibilizados pelos professores e ao gerenciamento de dados pessoais.

O sistema possui quatro agentes inteligentes para ajudar no processo de aprendizado, sendo eles: o agente administrador, que é o responsável por coordenar as tarefas, recebendo requisições do ambiente e encaminhando estas para o agente responsável; o agente aprendiz, que interage com as bases dos modelos de emoções e do modelo cognitivo para obter informações do aluno sobre seu perfil e estado emocional; o agente tutor, que avalia a melhor estratégia de ensino para aprimorar ou manter o estado emocional e o nível de aprendizagem do estudante; e o agente de domínio, que fornece informações para o agente tutor sobre o estado cognitivo do usuário. Também existe a figura do agente assistente, que tem como função auxiliar os usuários na execução de suas tarefas, no aumento e na interatividade do aluno com o ambiente, bem como procura ativar os assistentes inteligentes para que o aluno possa sanar suas dúvidas.

No primeiro acesso à aplicação, o usuário responde a um questionário para determinar o seu perfil inicial. Durante as atividades, a aplicação captura o comportamento emocional baseado nas ações do estudante que, associadas ao perfil, determinam as táticas pedagógicas aplicadas.

MaRE – Mapeamento da Rota de Estudo

No trabalho desenvolvido por [7] (aprimorado por [13]) foi apresentada uma aplicação de um agente inteligente para acompanhar o percurso realizado pelo estudante que utiliza a *web* como seu espaço de estudo. A aplicação foi desenvolvida empregando uma arquitetura para instalação local e um *WebView* para exibição da navegação na Internet (Figura 1).

Antes de iniciar a navegação, o estudante deve indicar uma ou mais palavras-chave que correspondam ao seu interesse de pesquisa, ou seja, seus objetivos de aprendizado. Durante a navegação, as páginas visitadas são analisadas,

verificando se o estudante se manteve focado em seus objetivos de pesquisa.



Figura 1 – Arquitetura do MaRE On-line. Fonte: [7] e [13]

No intuito de promover o foco do estudante aos objetivos definidos, foram utilizadas técnicas e elementos para tornar a navegação e a busca por informações mais engajadora. Uma das técnicas usadas foi a gamificação, a qual explora itens como pontuações, personalização e progressão. A pontuação é gerada conforme as páginas visitadas e serve como dado para o sistema e estímulo para o estudante. A progressão na conquista de pontos proporciona que o estudante ganhe benefícios, como customizar o perfil. A progressão mostra a evolução do conhecimento do estudante através de uma barra de experiência.

Ao finalizar a pesquisa é gerado um grafo de rotas (Figura 2), exibindo o percurso de estudo realizado pelo estudante [7] e [13]. No grafo, são incluídas todas as páginas acessadas e a ordem de visitação. A distinção entre as páginas é dada pela coloração dos nós, por exemplo, páginas que tenham relação com o objetivo de estudo definido têm coloração cinza, já as selecionadas como favoritas possuem coloração azul. Assim, o estudante pode analisar o percurso, refletir sobre o que foi pesquisado e decidir quais páginas tem maior relevância para seus objetivos.

O MaRE, desde a primeira versão, sofreu melhorias que foram da análise e classificação de conteúdo até a inserção de funcionalidades como leitura de pdf, análise das páginas acessadas, aprimoramentos no grafo gerado e interface (Figura 3) [13] e [14].

O MaRE demonstra ser uma aplicação robusta para explorar PLE. Contudo, atualmente, pode ser utilizado apenas no sistema operacional Windows (pois sua arquitetura e desenvolvimento utilizou Windows Forms) e instalado em um computador. A aplicação possui potencial,

porém a limitação técnica de implementação também não permite a sua utilização em dispositivos móveis.

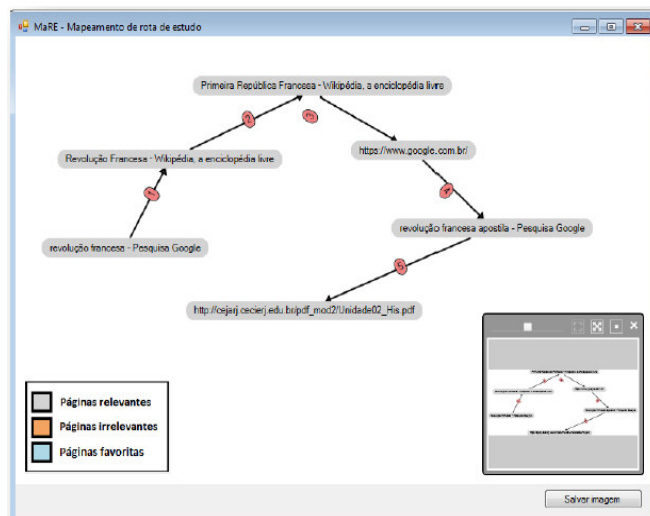


Figura 2 – Grafo de rotas gerado pelo MaRE. Fonte: [7] e [13]

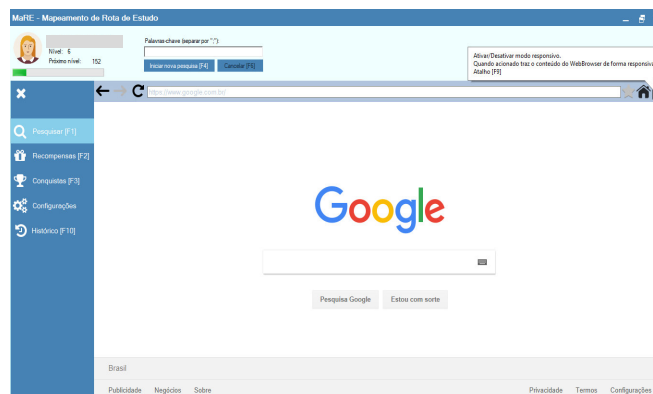


Figura 3 – Interface do MaRE. Fonte: [14]

Quadro comparativo

O Quadro 1 realiza um comparativo dos trabalhos relacionados. Os critérios de comparação foram definidos com o objetivo de demonstrar pontos de interesse de cada trabalho que serviram como inspiração para pensar o MaRE On-line.

Na análise apresentam-se características como:

- tipo de ambiente,
- versões multiplataforma,
- rede pessoal de aprendizado, e
- uso de agentes.

Quadro 1 – Análise comparativa dos trabalhos relacionados

| Trabalho relacionado | Tipo de ambiente | Multiplataforma | | Rede pessoal de aprendizado | Uso de agente | |
|---|---------------------------------|---|---------------|-----------------------------|--|----------------------------------|
| | | Computadores | Mobile | | | |
| | | | Web | | | Aplicativo |
| Ambientes Virtuais de Aprendizagem e Ambiente Imersivos: um estudo de caso utilizando tecnologias de computação móvel [1] | Portal Web Fechado | Sim | Sim | Não | Não | |
| <i>Personal Learning Environment Box (PLEBOX): A new approach to E-learning platforms</i> [10] | Portal Web Fechado | Sim | Não | Não | Sim, reativo | |
| <i>Personalised intelligent multi-agent learning system for engineering courses</i> [11] | Portal Web Fechado | Sim | Não informado | Não informado | Sim, reativo e baseado em modelo e objetivos | |
| Integração de uma Metodologia de Ensino Presencial de Programação com um Sistema Tutor Inteligente [12] | Portal Web Fechado | Sim | Não | Não | Sim, reativo e baseado em modelo e objetivos | |
| MaRE [7] e [13] | Aplicação com acesso Web Aberto | Sim, mas apenas disponível para o sistema operacional Windows | Não | Não | Não | Sim, reativo e baseado em modelo |

A coluna **Tipo de ambiente** (Quadro 1) indica se a aplicação avaliada é uma aplicação *web* acessada através do *browser*, ou se é uma aplicação *desktop*, que pode ser acessada apenas através de uma instalação local. Além

disso, “aberto” e “fechado” indicam se o sistema permite acesso ao conteúdo externo ou apenas ao conteúdo restrito disponibilizado no ambiente. Apenas o MaRE se caracteriza como ambiente aberto [7] e [13]. No entanto, diferente dos demais trabalhos que são Portais *web*, o MaRE é uma aplicação *desktop* que permite acesso à *web*.

A coluna **Multiplataforma** corresponde às plataformas em que a aplicação é disponibilizada, a qual é subdividida em Computador e *Mobile*. A coluna Computador mostra se a aplicação está disponível para uso em um computador independente do sistema operacional. Enquanto isso, a coluna *Mobile* aponta se a aplicação é disponibilizada para celulares ou *tablets*, a qual é subdividida em *Web* e Aplicativo. Uma aplicação *Mobile Web* indica que o sistema é disponibilizado através de um *website* responsivo, enquanto que *Mobile Aplicativo* informa que o sistema é disponibilizado através de um aplicativo. Observa-se, por meio do Quadro 1, que nenhum trabalho atende à característica *Mobile Aplicativo*. Apenas o trabalho de [1] é classificado como *Mobile Web*.

A coluna **Uso de agentes** demonstra se foram utilizados agentes na aplicação. Dentre os trabalhos relacionados à aplicação PLEBOX de [10], assim como o MaRE, utiliza apenas um agente. Enquanto isso, outros trabalhos utilizam um sistema multiagentes, como em [11] e [12].

A coluna **Rede pessoal de aprendizado** representa o uso de pelo menos uma das estratégias para aprimorar a aplicação que inclui a utilização de técnicas para a criação de comunidades em torno do conhecimento. Além do mais, mostra a possibilidade de agregar e compartilhar conteúdo, de direcionamento de usuários com maior dificuldade em um determinado assunto para outros usuários que possuem um maior conhecimento, bem como a oportunidade de aprendizado através do compartilhamento de conhecimentos na comunidade. Destaca-se a ferramenta de [11], que utiliza a troca de mensagens entre os usuários para dar suporte ao aprendizado. Todos os trabalhos pesquisados utilizam diversas estratégias para dar suporte ao aprendizado do usuário, porém apenas o estudo desenvolvido por [11] se utiliza de recursos como fóruns para a troca de informações entre os usuários.

MARE ON-LINE

As definições tomadas para a proposta de arquitetura para o MaRE *On-line* tem inspiração no estudo e estado da arte dos trabalhos relacionados. Cabe ressaltar que o intuito de um ambiente como o MaRE é trazer como contribuição para esse artigo o desenho e decisões de projetos que possam orientar outras pesquisas, bem como indicar avanços a partir desse olhar de construção. Em busca de facilitar o desenvolvimento e a manutenção do MaRE, faz-se a proposta da nova arquitetura apresentada na Figura 4, que possibilita o desenvolvimento de ferramentas e interfaces para a aplicação em diferentes plataformas e tecnologias. Os itens que compõem a arquitetura são descritos a seguir.

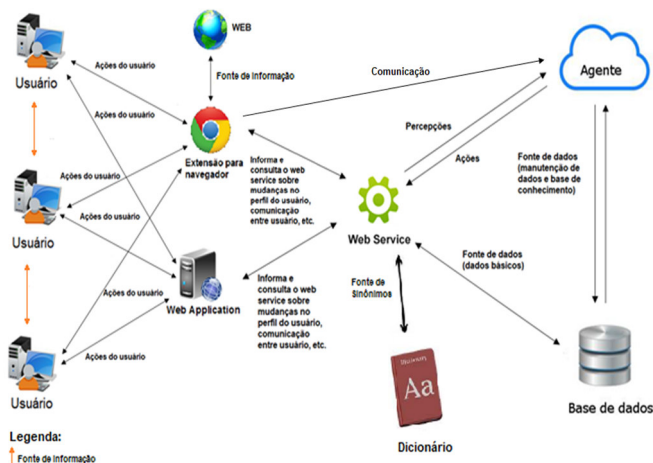


Figura 4 – Arquitetura do MaRE On-line. Fonte: Autores.

O *Web Service* conta com os métodos existentes no MaRE em relação a ações e percepções do agente, fonte de dados e acesso ao dicionário, que são acessíveis através de uma URL. O maior benefício da utilização dessa tecnologia é a possibilidade de desenvolvimento para outras plataformas, independente da tecnologia que se deseja utilizar. Dessa forma, futuramente, pode-se criar um aplicativo sem precisar se preocupar com as outras aplicações existentes ou com tecnologias anteriormente utilizadas.

A partir da extensão para navegador é feito o acompanhamento e analisado o percurso do estudante, sendo que os dados são transmitidos para o *Web Service*. A extensão também é responsável pela comunicação com o estudante, para informá-lo de novidades em seu processo de estudo. A utilização da aplicação ocorre através de multiusuários conectados simultaneamente em qualquer local e horário. Os estudantes podem interagir entre si através de mensagens (representado pela seta entre usuários na Figura 4), que servirá como uma nova fonte de informação, além da própria *web*. A *Web Application* é a interface para o estudante alterar seus dados, consultar seu progresso, acompanhar suas conquistas, recompensas e interagir com outros usuários da aplicação.

Enquanto o estudante navega na *web*, o agente realiza o monitoramento em tempo real das páginas acessadas, com o objetivo de recolher informações da página que serão utilizadas no grafo, como o título da página, a data que foi acessada, o URL e a ordem que as mesmas foram acessadas. O agente se mantém em constante comunicação com o *Web Service*, enquanto é feita a persistência dos dados da navegação ou o consumo de informações do estudante, como conquistas, progressão, histórico de pesquisas, entre outras atividades. Cabe salientar que o agente mantém as características (como comportamentos) implementadas no trabalho de [7] e [13].

Com base nessa arquitetura, que cria condições para que qualquer tipo de aplicação possa ser adicionada ao MaRE,

essa pesquisa também promove a proposta da incorporação do MaRE como uma extensão para o navegador Google Chrome.

Sendo o foco desse trabalho a migração do MaRE para um ambiente *on-line*, como aprimoramentos à arquitetura anterior pode-se citar a utilização de técnicas de PLE (Ambientes Pessoais de Aprendizado), PLN (Rede Pessoal Aprendizado) e o modelo de aprendizado introduzido por [15]. O modelo proposto em [15] prevê cinco estágios para uma ferramenta de aprendizado *on-line* e procura beneficiar os usuários na busca por melhorar suas habilidades de estudo de uma forma confortável e criando conexões.

Para aumentar as possibilidades do MaRE como suporte e mobilizador ao aprendizado, a introdução de um *web service* facilita a comunicação entre banco de dados e agentes com diversas aplicações e, também, a criação de um *web application* para servir como interface para usuários definirem seus objetivos e trocarem informações.

Alguns dos itens que foram melhorados abordam técnicas de PLE, sendo: (1) a possibilidade de acesso ao sistema através de uma conexão de internet de qualquer local e horário; e, a (2) possibilidade de personalização do ambiente. Para as técnicas de PLN, a nova característica prevê a facilitação da troca de mensagens entre os usuários, que poderão auxiliar uns aos outros com sugestões de conteúdo ou apoio nos estudos, troca de informações, entre outros.

Alguns dos estágios sugeridos por [15], já estavam sendo utilizados na versão anterior da aplicação, como a motivação que se dá através da gamificação. Porém itens como o fácil acesso à aplicação e troca de informação entre os usuários foram melhorados ou incorporados a nova arquitetura do MaRE *On-line*.

TESTES E RESULTADOS

Esta seção apresenta os testes realizados no MaRE *On-line* que exploram as funcionalidades desenvolvidas e os resultados obtidos. Para isso, foram definidos cenários que simulam casos de uso a partir da perspectiva do usuário.

Cabe ressaltar que o trabalho busca aumentar e facilitar o uso da aplicação, com a criação de um *website* com interface para usuário. E, também, facilitar e dar suporte a trabalhos futuros através do *web service* e da utilização de um repositório de código.

A Figura 5 ilustra o fluxo dos testes e características analisadas em cada cenário. Como exemplo, detalhamos os passos para a realização do processo executado nos cenários 1, 2, 4 e 5.

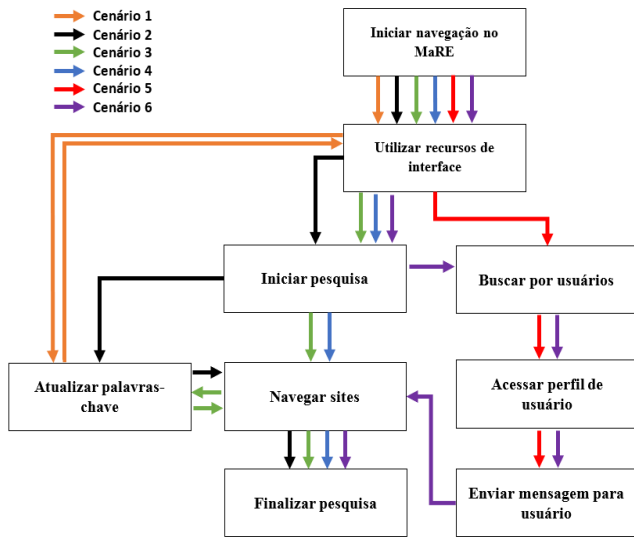


Figura 5 - Fluxo de testes utilizados como cenários. Fonte: Autores.

Cenário 1

No primeiro caso de teste o usuário, através do *login*, busca-se alterar as palavras-chave. Diferentemente da versão anterior do MaRE, as palavras-chave ficam armazenadas no banco de dados, assim podem ser acessadas pelo *web service* e utilizadas por múltiplas plataformas. Na Figura 6, são apresentados os resultados do teste realizado. Em versão anterior do MaRE as palavras-chave, como “segunda guerra” e “revolução francesa”, seriam mantidas inalteradas. Nesta nova versão é possível adicionar e remover palavras-chave às já existentes, com “guerra do Paraguai”, “revolução farroupilha” e “guerra de canudos”.

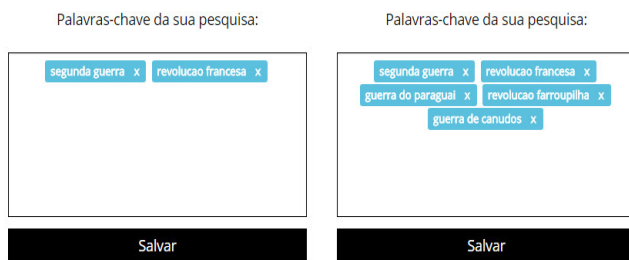


Figura 6 - Resultado da alteração de palavras chave no Cenário 1. Fonte: Autores (2018)

Cenário 2

No cenário 2 é explorada a possibilidade de alteração das palavras-chave do MaRE após o início de uma pesquisa. Em algumas situações pode ocorrer do usuário, durante a sua pesquisa sobre algum termo, descobrir ou lembrar-se de outro termo de seu interesse. Na Figura 7, ilustra-se o início de uma pesquisa, sem ainda iniciar a navegação, o usuário busca por “guerra de canudos”, porém durante essa ação,

lembra que também gostaria de pesquisar sobre a “guerra do contestado”.



Figura 7 - Antes da alteração de palavras-chave, após o início de pesquisa no Cenário 2. Fonte: Autores (2018)

Após a inclusão das palavras-chave e clicar no botão salvar, o usuário pode realizar a pesquisa pelo termo “guerra do contestado”, conforme pode ser visto na Figura 8. Com isso o usuário não fugiu do seu tema de pesquisa proposto.

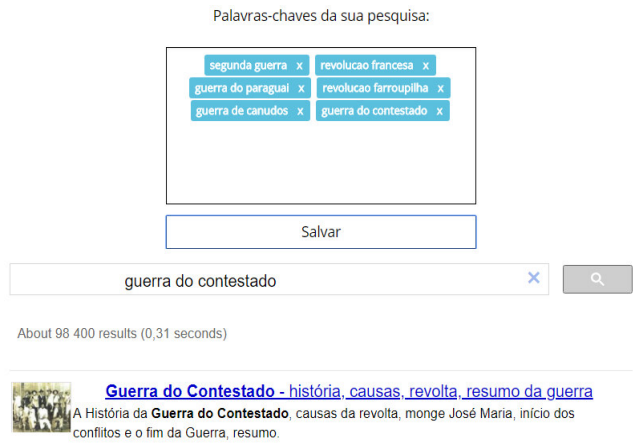


Figura 8 – Depois da alteração de palavras-chave, após o início de pesquisa no Cenário 2. Fonte: Autores (2018)

Cenário 4

No cenário 4, o usuário inicia sua pesquisa, realiza a navegação pelos *sites* e finaliza a pesquisa, utilizando as palavras-chave já definidas anteriormente e sem interação com os perfis de outros usuários. A Figura 9 ilustra a tela do usuário após realizar a *login* na sua conta. Nela é exibido

a sua imagem, nome, palavras-chave e o campo de pesquisa.



Seja bem vindo PAGEL!

Palavras-chaves da sua pesquisa:

segunda guerra x revolucao francesa x

Salvar

Google Custom Search

Figura 1 - Tela de boas-vindas ao usuário no Cenário 4. Fonte: Autores (2018)

A Figura 10 exibe pesquisa realizada pelo usuário após o início da navegação. A página visitada é marcada (apresentada em cor de *link* diferente).



Seja bem vindo PAGEL!

Palavras-chaves da sua pesquisa:

segunda guerra x revolucao francesa x

Salvar

segunda guerra

About 24 500 000 results (0,26 seconds)

[Segunda Guerra Mundial – Wikipédia, a enciclopédia livre](#)
A Segunda Guerra Mundial foi um conflito militar global que durou de 1939 a 1945, envolvendo a maioria das nações do mundo — incluindo todas as grandes ...

[Segunda Guerra Mundial - História - InfoEscola](#)

Texto sobre a Segunda Guerra Mundial, quais foram as causas do conflito, países envolvidos, principais

Figura 2 - Tela de pesquisa após o início da navegação no Cenário 4. Fonte: Autores (2018)

A figura 11 mostra o *site* visitado no navegador, onde a página é aberta em uma nova aba.

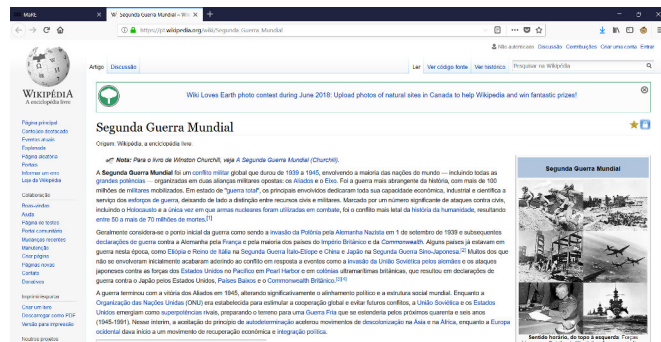


Figura 3 - Tela de pesquisa após o início da navegação no Cenário 4. Fonte: Autores (2018)

Cenário 5

No cenário 5 o usuário navega pelo perfil dos usuários. Inicialmente, o usuário realiza uma busca, a requisição do usuário irá retornar um JSON e quando o *website* o recebe a lista de usuários, os dados dos usuários são exibidos na tela, conforme a Figura 12. Na tela são exibidos apenas o nome de usuário, foto e e-mail, o ID é utilizado como *link* para o perfil do usuário.

Quando o usuário clica em um dos itens exibidos no resultado da busca, ele é redirecionado para o perfil do usuário, que exibe a foto do usuário, as palavras-chaves, as recompensas e as conquistas. Nessa página também se tem a possibilidade de enviar uma mensagem para o usuário, conforme ilustrado na Figura 13.

Busca por Usuarios

| | | | |
|--|--------------------------|--|--------------------------|
| | user1 user1@user1.com | | user2 user2@user2.com |
| | user3 user3@user3.com | | user4 user4@user4.com |
| | user5 user5@user5.com | | |

Figura 12 - Resultado da busca por usuários. Fonte: Autores (2018)

User1

Recompensas

Conquistas

Enviar Mensagem

Figura 13 - Resultado da busca por usuários. Fonte: Autores (2018)

O usuário então decide enviar uma mensagem para o usuário do perfil que está visitando. Na Figura 14 são exibidos os cenários do usuário remetente e do receptor da mensagem.

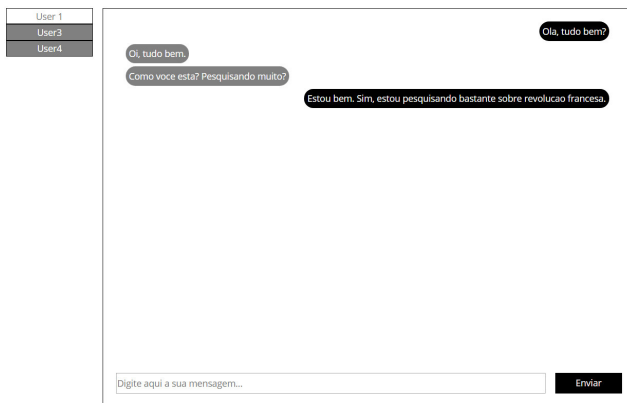


Figura 14 - Envio de mensagem entre usuários. Fonte: Autores (2018)

Após realizar os testes no MaRE *On-line* em diferentes cenários com diferentes situações, pôde-se observar um melhor aproveitamento dos resultados da pesquisa e uma evolução no uso do sistema. Em função dos aprimoramentos da arquitetura, acredita-se que a experiência de uso melhorou para todos os usuários, visto que basta o usuário realizar *login* e começar a utilizar a aplicação. Enquanto, anteriormente, o usuário precisava instalar a aplicação no seu computador e estava limitado ao uso para computadores com o sistema operacional Windows. Agora é possível utilizar o MaRE em qualquer dispositivo que possua uma conexão com internet e tenha um navegador instalado.

A melhoria implementada para possibilitar a atualização das palavras-chave durante a pesquisa, gerou melhores resultados para o usuário, visto que é possível alterá-las caso deseje-se acrescentar novos termos, sem a necessidade de fugir dos temas propostos anteriormente ou, ainda, finalizar a pesquisa para atualizá-las.

Nas funcionalidades desenvolvidas de troca de mensagens, busca por usuários e perfis de usuários, permitem a interação entre os usuários e outras fontes de informações para o usuário.

Alguns problemas identificados foram:

(1) após o usuário realizar a pesquisa no MaRE e iniciar a navegação, se o usuário continuar a navegação sem retornar para a aplicação, os dados não serão computados, visto que o MaRE *website* não tem controle sobre o que ocorre em outras abas do navegador;

(2) páginas sem muito conteúdo textual e com uma grande quantidade de itens gráficos prejudicam o processamento ou, em algumas situações, não são processadas;

(3) páginas onde a instalação de *plug-in* para exibição do conteúdo é necessária, não são processadas, visto que o sistema não possui a habilidade de ler o seu conteúdo.

CONCLUSÃO

Tendo em vista a utilização intensa da *web* como espaço de busca e de estudo, os estudantes, por vezes, podem se sentir perdidos no emaranhado de opções, informações e caminhos. Com isso, pesquisas sobre Ambientes Pessoais de Aprendizagem na *web* como os estudos apresentados em [1], [10], [11], [12], buscam facilitar e gerenciar o aprendizado do estudante, através da atualização da sua arquitetura, de funcionalidades para troca de mensagens entre os usuários ou sobre o controle das informações acessadas durante o período de estudo.

Contudo, esses trabalhos apresentam aplicações de ambientes fechados, onde o usuário não tem a possibilidade de realizar a sua própria pesquisa. Por outro lado, sistemas abertos, como o MaRE, podem auxiliar na manutenção do foco em uma navegação na *web*, principalmente quando a situação de navegação corresponde a um processo de estudo [7]. Aplicações como o MaRE ganham destaque, pois criam oportunidade de explorar os dados da navegação para ajudar o próprio estudante a avaliar a relevância das informações acessadas, bem como os caminhos tomados no percurso de estudo.

O MaRE ainda dispõe de estratégias de motivação, com o intuito de manter o estudante focado em seu objetivo. Além disso, trabalhos que associam temas como *web* e agentes inteligentes podem trazer contribuições significativas de métodos, técnicas e a discussão da relação homem-tecnologia, principalmente na educação.

Dentre as contribuições do MaRE, o fato de que o mesmo serve como plataforma para investigações que visam compreender o processo de navegação dos estudantes que utilizam a *web* como espaço de estudo. Soma-se a isso, o entendimento de que a *web* é um espaço de estudo amplamente utilizado e requerido por estudantes.

Com o objetivo de manter a evolução do MaRE, identificou-se a necessidade de migrar o sistema para uma arquitetura sólida, como a apresentada neste artigo, que fornece suporte às diferentes possibilidades de múltiplos acessos e dispositivos e, serve de base para futuras descobertas de conhecimento sobre o processo de estudo na *web*.

Expandir o uso do MaRE torna-se um fato por causa do acesso facilitado da arquitetura *on-line* e por motivo das melhorias propostas e desenvolvidas com o *website*, mas principalmente pelo *web service*.

Como trabalho futuro sugere-se:

- Para um melhor desempenho e usabilidade em celulares, indica-se o desenvolvimento de um aplicativo.

- Aprimoramentos na segurança e privacidade das informações, visto que o MaRE agora é um sistema *on-line*, as possibilidades de ataques são inúmeros; e pode sofrer comprometimentos para obter informações dos usuários.
- Outro ponto a ser melhorado é o desempenho da aplicação, pode-se estudar o quanto de recursos estão sendo utilizados no servidor e o desempenho do carregamento das páginas.
- Na troca de mensagens entre os usuários, pode ser realizada uma leitura da conversação e atribuir conquistas, se o usuário está trocando informações sobre os temas definidos nas suas palavras-chave.
- Também se propõe o desenvolvimento de um *chatterbot*, onde o usuário pode fazer perguntas sobre um determinado tema e a aplicação pode auxiliar com indicações ou orientações de trajetórias.

REFERÊNCIAS

1. Voss, G. B.; Nunes, F. B.; Herpich, F.; Medina, R. D. (2013) Ambientes Virtuais de Aprendizagem e Ambientes Imersivos: um estudo de caso utilizando tecnologias de computação móvel. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (SBIE)*. Campinas/SP, v. 24, n. 1, p. 12-21.
2. Gillet, D.; Law, E. LC; Chatterjee, A. (2010) Personal learning environments in a global higher engineering education Web 2.0 realm. In: *Education Engineering (EDUCON)*, IEEE, p. 897-906.
3. Alharbi, M.; Platt, A; Al-Bayatti, A. H. (2013) Personal learning environment. In: *International Journal for e-Learning Security (IJELS)*, v. 3, Mar/Junho.
4. Wang, F.; Li, X.; Zhao, C.; Xu, C. (2009) Construct Personal Learning Environment Based on Web 2.0. In: *Management and Service Science (MASS '09)*. Wuhan/China, p. 1-4.
5. Russell, S.; Norvig, P. (2009) *Artificial Intelligence: A Modern Approach* 3rd. Prentice Hall Press Upper Saddle River, NJ, USA.
6. Wooldridge, M. J. (2002) *An Introduction to Multiagent Systems*. Chichester: John Wiley & Sons.
7. Teixeira, K. S.; Bagatini, D. D. S.; Frozza, R.; Biasuz, M.C.V. (2015) Análise Comparativa de Ambientes Web de Estudo. In: *XX Congresso Internacional de Informática Educativa (TISE)*, Santiago, Chile, v. 11. p. 474-479.
8. Martindale, T.; Dowdy, M. (2016) Issues in research, design, and development of personal learning environments. In: *G. Veletsianos (Ed.) Emerging Technologies in Distance Education*, 2nd edition, Athabasca Press.
9. Schaffert, S.; Hilzensauer, W. (2008) On the way towards Personal Learning Environments: Seven crucial aspects. In: *E-learning papers*, v. 9, p. 1-10.
10. Simões, T.; Rodrigues, J.; De La Torre, I. (2013) Personal Learning Environment Box (PLEBOX): A new approach to E-learning platforms. In: *Computer Applications in Engineering Education*, v. 21, n. S1.
11. Melesko, J.; Kurilovas, E. (2016) Personalised intelligent multi-agent learning system for engineering courses. In: *4th Workshop on Advances in Information, Electronic and Electrical Engineering, AIEEE 2016 - Proceedings*, art. n.º. 7821821.
12. González, S. M.; Tamariz, A. (2014) Integração de uma Metodologia de Ensino Presencial de Programação com um Sistema Tutor Inteligente. In: *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 22, n. 2, p. 16-30.
13. Duarte, A. C.; Bagatini, D. D. S.; Frozza, R.; Biasuz, M. C. V. (2017) MaRE: Mapeamento da Rota de estudo na Web. In: *XXII Congresso Internacional de Informática Educativa (TISE)*, Fortaleza, Brasil, v. 13. p. 170-177.
14. Rabuski, L. D.; Bagatini, D. D. S.; Biasuz, M. C. V. (2017) Avaliação de interface: análise comparativa e proposta de redesign para o MaRE. In: *15th Conferência Ibero-Americana WWW/Internet 2017 (CIAWI)*, 2017, IADIS Press, Vilamoura, Algarve, Portugal, p. 79-86.
15. Salmon, G. (2013) *E-tivities: The key to active online learning*. London: Routledge Falmer.