

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO

Sistema de apoio ao aprendizado

Daniel Specht Menezes

PROJETO FINAL DE GRADUAÇÃO

CENTRO TÉCNICO CIENTÍFICO - CTC

DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA

Curso de Graduação em Sistemas de Informação

Rio de Janeiro, Junho de 2014



Daniel Specht Menezes

Sistema de apoio ao aprendizado

Relatório de Projeto Final, apresentado ao programa **Sistemas de Informação** da PUC-Rio como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Informática.

Orientador: Prof. Marcos V. Villas

Rio de Janeiro

Junho de 2014.

"Gosto de ser gente porque, inacabado, sei que sou um ser condicionado mas, consciente do inacabamento, sei que posso ir mais além dele."
Paulo Freire

Agradecimentos

Aos meus pais por terem me apoiado durante toda minha vida, fazendo de minha educação uma prioridade.

A PUC, por oferecer um ambiente propício ao desenvolvimento de novas ideias na área da TI.

Resumo

Menezes, Daniel. Villas, Marcos. Rio de Janeiro, 2014. P29. Relatório Final de Projeto Final II – Departamento de Informática. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Tendo em vista os desafios da pedagogia, no que diz respeito ao acompanhamento individual dos alunos, e os impactos positivos e negativos da era da informação no ato de estudar, é traçado o objetivo de utilizar recursos computacionais para se buscar uma solução para o problema. Sendo assim, para se realizar um acompanhamento do processo de aprendizado do aluno, é realizado um minucioso mapeamento das áreas do conhecimento através do uso de modelos de dados de ontologia o qual será utilizado para identificar, de maneira precisa, onde se encontram os pontos fortes e fracos do conhecimento do usuário. O nível de conhecimento do usuário é definido através da análise de seu conhecimento em testes com perguntas de múltipla escolha sobre o assunto mapeado. A seleção de quais perguntas serão utilizadas para o teste é feita por um algoritmo que, com base na distribuição do conhecimento do usuário no assunto, busca selecionar as perguntas que terão maior impacto para o desenvolvimento do usuário. Após cada teste será gerado um plano de estudos que leva em conta o desempenho do usuário no teste.

Palavras-chave

Educação. Estudo. Adaptativo. Conhecimento. Ontologia. Testes. Avaliação. Pergunta múltipla escolha. Plano de estudos. Mapeamento do conhecimento. Acompanhamento acadêmico. Aprendizado adaptativo.

Abstract

Menezes, Daniel. Villas, Marcos. Rio de Janeiro, 2014. p. Final Report of Final Project II – Departament of Informática. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Given the challenges of education, with regard to the individual monitoring of students, and the impacts of the information age on the act of studying, it is plotted the goal of using computing resources to find a solution to the problem. Therefore, to carry out a monitoring of student learning process, is conducted a detailed mapping of areas of knowledge through the use of ontology data model which will be used to identify where are the strengths and weaknesses of the user's knowledge. The user's knowledge level is set by analyzing their knowledge in tests with multiple choice questions on the subject mapped. An algorithm that, based on the user's knowledge distribution on the subject makes the selection of questions that will be used for the test, selecting the questions that will have the greatest impact on the development of the user. After each test will be generated a study plan that takes into account the user's performance in the test.

Keywords

Education. Study. Adaptative. Knowledge. Ontology. Gamification. Quiz.
Evaluation. Multiple choice questions. Study plan. Mapping of knowledge.
Academic tutoring. Adaptive learning.

Conteúdo

Introdução	9
A era da informação e seus habitantes	9
A era da informação e o aprendizado	9
Estado da Arte	10
SuperMemo	10
O algoritmo	11
Árvores de conhecimento	11
Vantagens e desvantagens do SuperMemo	12
EXAMVIEW® ASSESSMENT SUITE	13
Perguntas criadas	13
Vantagens e desvantagens do EXAMEVIEW	13
Objetivos	14
Introdução à solução	14
Funcionalidade de planejamento	14
Mapeamento das áreas do conhecimento	15
Aplicação do conceito de ontologia na solução	16
Algoritmo de seleção de perguntas e aplicação de teste	18
Etapas	19
Etapa 4 – Seleção de pergunta	25
Etapa 5 - Análise da Resposta	25
Etapa 6 - Plano de estudos	25
Projeto e especificação do Sistema	28
Estruturas de dados	28
Node	29
Question	29
AnswerOption	30
Quiz	30
QuizAnswerQuestion	30
AspNetUsers	31

Casos de Uso	31
Caso de uso: Realizar Quiz	33
Caso de uso: Gerar Plano de estudos	35
Caso de uso: Importar árvore	36
Caso de uso: Listar Perguntas	37
Caso de uso: Visualizar Opções de resposta	37
Caso de uso: Criar pergunta	38
Caso de uso: Editar pergunta	39
Caso de uso: Deletar pergunta	39
Atividades realizadas	40
Técnica de testes	40
Metodologia	40
Recurso 1 - Representação visual do estado das estruturas.	41
Recurso 2 - Criação de um log textual	42
Casos de teste importantes.	43
Tecnologia para implementação do projeto	43
uiASP.NET	43
SQL Server	44
Microsoft Visual Studio 2013	44
Entity Framework	44
Asp.Net Identity	44
Atividades realizadas	45
Referências	47

Introdução

A era da informação e seus habitantes

A aplicação de recursos computacionais no desenvolvimento de soluções em praticamente todos os setores industriais e a rapidez na veiculação da informação são elementos que definem o que é viver na era da informação. Meios eletrônicos com conexão e capacidade de armazenamento de dados estão quase sempre a disposição ofuscando as dificuldades de outrora para acessar informação.

Entretanto, levar uma vida durante a era da informação tem também seu lado negativo. Somos alvo de um fluxo de informação rápido e ininterrupto. Analisar todas essas informações constantemente a fim de ponderar sua importância é uma tarefa árdua e muitas vezes frustrante (MUTHER, 2014).

Para a juventude em especial a conectividade e o fluxo rápido de informação consegue ser bastante viciante, promove um hábito de buscar pequenas gratificações em curto prazo de maneira constante. Ou seja, percebe-se uma dificuldade maior em se manter em foco na execução da mesma tarefa (MUTHER, 2014).

A era da informação e o aprendizado

O processo de aprendizado demanda atenção constante e não oferece gratificações de curto prazo contínuas como os habitantes da era da informação estão acostumados. Isso possui efeitos negativos nos resultados acadêmicos, provoca constates discontinuidades e ansiedade. Por um lado existe uma mudança do perfil comportamental das novas gerações e em contrapartida os modelos de ensino se mostram inflexíveis a tais mudanças e, até certo ponto, ao uso de recursos computacionais.

A busca por auto superação é um elemento importante no processo de aprendizagem seja na era da informação ou não. É uma característica atemporal da educação. Evitar cair em uma zona de conforto formada pelo conhecimento já adquirido e partir em busca do que ainda falta aprender é essencial para se obter sucesso acadêmico.

Entretanto, é um desafio para qualquer pessoa definir quais os pontos que precisa melhor desenvolver em um determinado domínio do conhecimento, especialmente quando este se mostra muito extenso. Ou seja, vem à superfície uma necessidade de auxiliar no estabelecimento de foco e planejamento do processo de aprendizado. Esse processo de planejamento também é prejudicado pelo estabelecimento de um hábito de priorização de gratificação imediata a despeito do planejamento e execução em longo prazo.

O modelo de ensino atual se mostra inalterado há décadas, não por ter atingido um grau de eficiência/eficácia satisfatório, mas sim pela preservação de modelos antiquados.

Sendo assim, é um desafio da era da informação desenvolver uma solução que auxilie o processo de aprendizado. A solução a ser desenvolvida deve levar em conta tanto os recursos oferecidos na era da informação quanto às desvantagens, tentando enxergar possíveis oportunidades nestas. Deve também buscar preservar as características positivas de um modelo de ensino convencional.

O objetivo da solução a ser implementada neste projeto é justamente oferecer uma alternativa informatizada para realizar um acompanhamento gradual do processo de aprendizado do aluno. Utilizando-se os recursos computacionais da era da informação, será possível criar uma maneira de promover um estudo eficiente e organizado, que aproveita os recursos disponibilizados por essa era.

Estado da Arte

A busca pelo estado da arte envolveu a procura por soluções que acompanhem o processo de obtenção de conhecimento de seus usuários. Essa busca foi feita sobre as soluções disponíveis na internet e que pudessem ser encontradas através de ferramentas de busca na web, como o Google.

A princípio não foram encontradas soluções que automatizam por completo o processo de aprendizado gradual do usuário sem o auxílio de outras pessoas. Entretanto, elas atacavam o problema de sua maneira e tinham contribuições em âmbitos distintos.

SuperMemo



O SuperMemo¹ (o nome remete ao termo Super Memory) consiste em um sistema de aprendizado assistido que busca acelerar a velocidade de consolidação de um determinado material na memória do usuário. Trata-se de

¹ As informações associadas ao SuperMemo foram captadas no site www.supermemo.com.

uma maneira de implementar a técnica de aprendizado “Spaced Repetition”².

Muito resumidamente, funciona através do registro de coleções de material a ser memorizado, que pode conter textos e imagens, e da avaliação do desempenho da memória usuário quando ele faz uma revisão do material.

Por auxiliar o processo de memorização podemos dizer que o SuperMemo é um sistema de apoio ao aprendizado. Inclusive, de acordo com a taxonomia de Bloom, que cria uma definição dos objetivos educacionais, a memorização de conteúdo é um item contido no domínio cognitivo do aprendizado.

A eficiência no objetivo de acelerar o aprendizado se dá por meio do uso de um algoritmo que está sendo desenvolvido e aprimorado desde 1985.

O algoritmo

O sistema SuperMemo implementa o algoritmo³ SM-15 desenvolvido com o intuito de estabelecer qual o melhor intervalo entre revisões para consolidar na memória uma dada informação. Foi formulado a partir de conceitos das áreas da psicologia e estatística.

A cada interação de revisão de conteúdo são guardados os acertos e erros do usuário para cada conteúdo registrado. Esses dados coletados são úteis na estimativa do grau de dificuldade e o grau de consolidação na memória do usuário desse conteúdo.

O algoritmo tenta conhecer a memória do estudante através dos dados coletados do programa. A memória do usuário é assumida inicialmente como a de um estudante abaixo da média para fins de inicialização. São recalculadas a cada interação de revisão de conteúdo as características da capacidade de memorização do usuário como, por exemplo, capacidade de retenção e esquecimento. Ou seja, definem-se expectativas para a capacidade de aprendizado do usuário que será utilizada na definição dos intervalos para a revisão.

Árvores de conhecimento

O conteúdo registrado para treino de memória pode ser dividido em grupos e subgrupos para fins exclusivos de organização do material e são definidos livremente pelos usuários. O sistema não utiliza essas árvores em seu algoritmo,

² Informações sobre a técnica de aprendizado “Spaced Repetition” em http://en.wikipedia.org/wiki/Spaced_repetition Acesso em: 09/11/2014

³ Disponível em http://help.supermemo.org/wiki/SuperMemo_Algorithm Acesso em: 20.maio.2014.

não analisa os grupos e subgrupos a fim de acompanhar o progresso dos usuários nos mesmos.



Figura 1- Exemplo de estrutura de árvore de conhecimento no SuperMemo

Vantagens e desvantagens do SuperMemo

O SuperMemo constitui uma solução que auxilia o auto desenvolvimento do usuário e de fato promove a absorção do conhecimento. É uma maneira válida para a informatização do processo de aprendizado, inclusive recebeu vários prêmios⁴ como software em diversas categorias.

Entretanto, somente trabalha com a memorização dos conteúdos isolados registrados. Não gerencia ou planeja o estudo de grandes volumes de conhecimento e não testa a capacidade do usuário em aplicá-lo, apenas verifica

⁴ Lista de prêmios disponível em: <http://www.supermemo.com/english/awards.htm> Acesso em: 20.mai.2014

se está memorizado ou não. Não constitui uma solução ideal para o problema uma vez que o conhecimento deve ser treinado e testado bem como é cobrado em provas de instituições acadêmicas e concursos. O treinamento do conhecimento não busca ser de maneira aplicada, mas sim através da repetição.

EXAMVIEW® ASSESSMENT SUITE



O EXAMEVIEW⁵ é um software que permite aos professores acompanhar o desempenho dos alunos individualmente. Isso se dá através da criação de testes de múltipla escolha pelos professores que serão respondidos pelos alunos. A partir do resultado dos alunos o professor pode avaliar quais os pontos fracos e fortes dos mesmos, esta avaliação pode ser apoiada pelos relatórios gerados pelo sistema. É possível avaliar uma turma inteira, tendo em vista que se trata apenas de um conjunto de alunos.

Perguntas criadas

As perguntas registradas podem ter atributos referentes a seu tipo. Esses tipos podem variar desde a área de conhecimento a qual elas pertencem até de qual prova ou concurso elas fazem parte. Ou seja, permite uma boa classificação da área de conhecimento pertencente e o estudo voltado a provas específicas.

Vantagens e desvantagens do EXAMEVIEW

Trata-se de uma boa ferramenta para ser adotada em uma instituição de ensino. Entretanto, não possui grandes funcionalidades do sentido de auxílio de auto desenvolvimento uma vez que foi desenvolvido para ser utilizado de maneira assistida por um professor. Os professores é que vão criar os desafios e aplicá-los aos alunos, não existem algoritmos que informam a melhor maneira de focar seu estudo ou que criam um teste com as perguntas mais relevantes para testar o nível de conhecimento do aluno.

⁵ As informações associadas ao EXAMEVIEW foram captadas no site <http://www.einstruction.com/products/examview/examview-assessment-suite>

Objetivos

Introdução à solução

Para atacar o problema descrito na introdução, traço o objetivo de criar um sistema que auxilie o processo de aprendizado no cenário contemporâneo da era da informação, de maneira que sejam implementadas funcionalidades compatíveis com a época. Portanto, as funcionalidades do sistema serão justificadas tendo em mente sua adequabilidade com o cenário atual. Ou seja, será discutido que partes do problema ela de fato ataca, se explora as vantagens da era da informação, se consegue ver alguma oportunidade em alguma desvantagem dessa época etc. É uma solução voltada para qualquer pessoa vivendo nos tempos atuais da era da informação.

Trata-se de um sistema que busca garantir o progresso do grau de conhecimento dos usuários através da constante análise de seu desempenho por meio da geração e aplicação de testes compostos por perguntas de múltipla escolha. Estas perguntas serão selecionadas respeitando um algoritmo que visa avaliar a área do conhecimento selecionado por inteiro. Possibilita-se, a partir do resultado obtido pelo usuário em testes gerados e completados anteriormente, estipular quais as perguntas mais pertinentes para avaliar o domínio do usuário sobre a área de conhecimento em questão e definir um horizonte para onde expandir esse conhecimento.

Viabiliza-se a geração de relatórios que avaliam o progresso do aluno e estipula qual deverá ser o foco de seus estudos. É uma ferramenta que pode inclusive auxiliar professores que desejam ensinar aquilo que determinados alunos ou determinadas turmas mais necessitam.

Portanto, será possível registrar perguntas de provas, testes e concursos específicos e realizar os testes gerados com base nestes.

Funcionalidade de planejamento

Paulo Roberto Padilha faz algumas considerações sobre a importância do planejamento na educação:

“Para nós a atividade de planejar é atividade intrínseca à educação por suas características básicas de evitar o imprevisto, prever o futuro, de estabelecer caminhos que podem nortear mais apropriadamente a execução da ação educativa, especialmente quando garantida a socialização do ato de planejar, que deve prever o acompanhamento e avaliação da própria ação” (PADILHA, 2006, p. 45).

Para a Pedagogia é muito importante o estabelecimento de planos e ter sua execução acompanhada. O plano deve ser acompanhado e avaliado para que sua eficiência seja verificada. Mas a maneira ideal de se realizar o processo de ensino seria através da geração de um plano individual para cada aluno, tendo em vista seus pontos fracos e fortes em relação ao assunto sendo abordado.

A solução que proponho neste projeto final envolve justamente o estabelecimento de mecanismos capazes de avaliar o grau de conhecimento de um dado usuário para então gerar um plano.

Mapeamento das áreas do conhecimento

Para mapear as áreas do conhecimento será explorado o conceito de ontologia.

Ontologia é um conceito desenvolvido pela filosofia, visa explorar e categorizar os elementos observáveis no mundo. Para Aristóteles, por exemplo, os entes possuiriam atributos comuns, como qualidade, quantidade, tempo, lugar etc...

Para o contexto deste projeto uma definição que se aplica bem, considerando que se trata de um projeto da área de informática, é descrita por Tom Gruber:

“No contexto da ciência da computação e informação, uma ontologia define um conjunto de primitivas de representação com a qual para modelar um domínio de conhecimento ou de discurso”

(GRUBER, 2007).

Ou seja, trata-se de uma estrutura de dados que é capaz de justamente detalhar um domínio do conhecimento. Um requisito indispensável para o desenvolvimento das funcionalidades de planificação e geração de testes.

De maneira abstrata é possível enxergar esse mapeamento dos domínios do conhecimento como a construção de uma “árvore do conhecimento”. Segue um exemplo do tipo de estrutura esperado tirado do edital do ENEM de 2013:

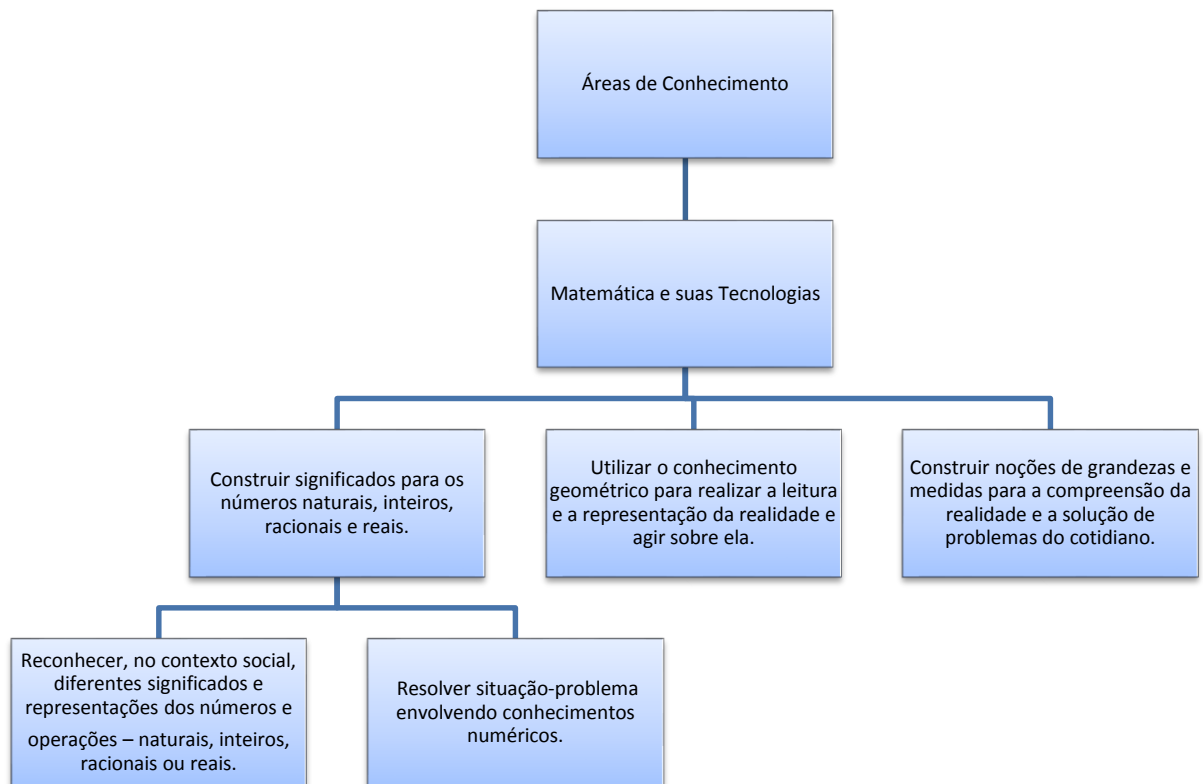


Figura 2 - Exemplo da estrutura de árvore criada para a área de Matemática e suas tecnologias. Trata-se de uma representação parcial.

Aplicação do conceito de ontologia na solução

A solução girará em torno do uso da estrutura ontologia e suas propriedades com a finalidade de mapear o conhecimento e catalogar o material sobre o mesmo (o material, para a solução, são as questões de múltipla-escolha). A partir desse mapeamento e da aplicação de testes formados por questões de múltipla-escolha pode-se descobrir como se dá a distribuição do conhecimento do usuário na árvore do conhecimento.

As folhas da árvore gerada serão utilizadas para classificar as perguntas registradas no sistema. É através dessa classificação que o algoritmo estabelece quais as perguntas mais pertinentes para cada teste gerado. A seguir está exemplificada essa estrutura.

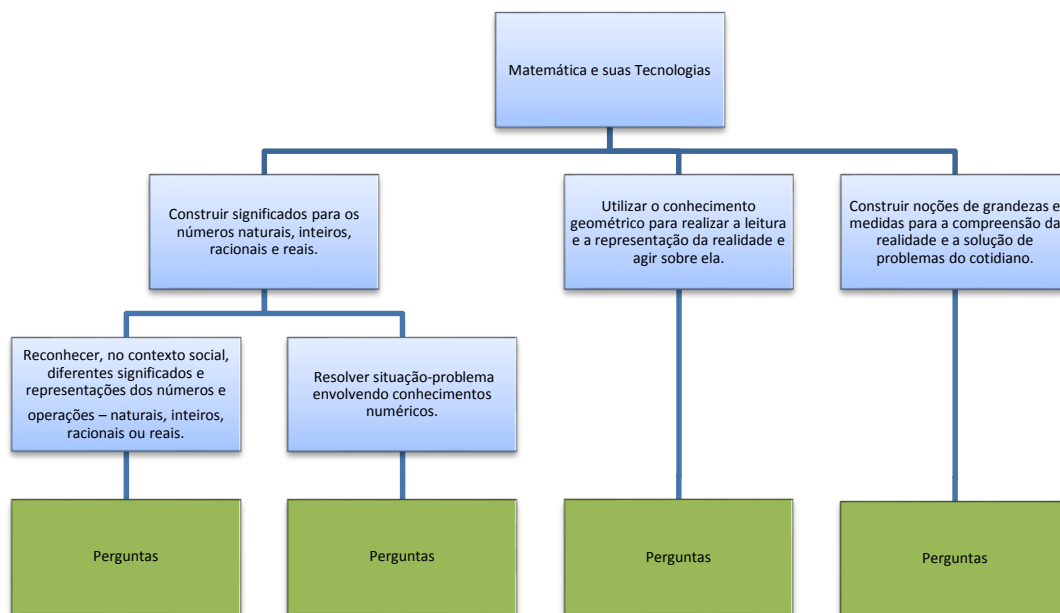


Figura 3 - Exemplo da estrutura de árvore criada para a área de Matemática e suas tecnologias considerando as perguntas associadas. Trata-se de uma representação parcial.

Evidentemente, uma pergunta possuirá também as categorias correspondentes aos nós anteriores ao nó que lhe classifica. Assim será possível analisar em que nó da árvore se encontra a real dificuldade do usuário. Para exemplificar essa linha de raciocínio, a seguir está representada uma árvore do conhecimento de um usuário “X” juntamente com o seu nível de conhecimento para cada nó.

- Nós nos quais o usuário mostrou um nível baixo de conhecimento.
- Nós em que o usuário mostrou um nível de conhecimento bom.
- Nós em que o usuário mostrou um nível de conhecimento moderado.

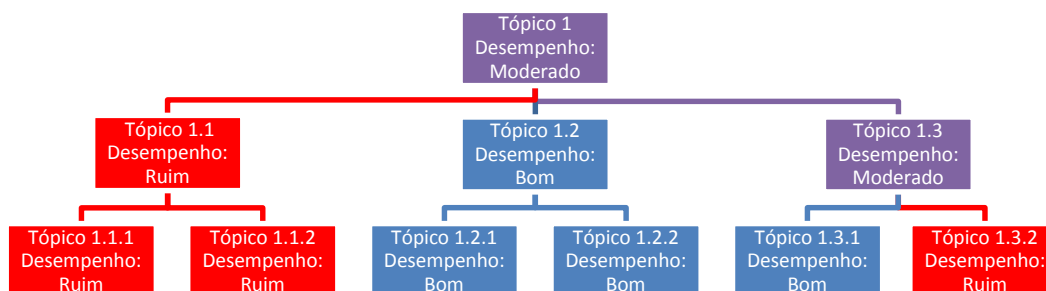


Figura 4 - Exemplo de propagação do nível de conhecimento do usuário pela árvore do conhecimento.

A estrutura acima descreve a seguinte propriedade: os atributos do nó pai são calculados a partir dos nós filhos.

Sobre essa estrutura é possível afirmar que o tópico 1.1 possui apenas dois filhos sobre os quais o nível de conhecimento do usuário é ruim. Portanto, o nível de conhecimento de 1.1 é ruim, assim como o de seus nós filhos. O sistema para este caso irá sugerir que o Tópico 1.1 seja priorizado para o estudo uma vez que é um dos nós que necessita de desenvolvimento e é mais abrangente (possui 2 filhos).

Quando se prioriza um nó mais abrangente para ser testado estamos priorizando também seus nós filhos. Sendo assim, busca-se lapidar o conhecimento do usuário a partir de um escopo maior para então identificar dentro deste as subáreas que precisam de mais foco.

Ou seja, conforme o usuário vai se desenvolvendo academicamente, a área apontada pelo sistema como o foco dos futuros estudos vai se tornando cada vez menos abrangente e mais específico.

Resumidamente então, o que busca-se atingir através da estrutura de árvore é:

1. Criar um mapeamento detalhado das áreas e sub-áreas do conhecimento.
2. Conseguir analisar o grau de conhecimento de um usuário em nó a partir do nível de conhecimento dos nós filhos.
3. Conseguir fazer uma análise gradual do conhecimento do usuário, passando de um escopo mais abrangente para um específico.

Algoritmo de seleção de perguntas e aplicação de teste

Para atingir os objetivos de geração de planos de estudo e testes de maneira adaptativa um algoritmo para tal deve ser formulado. Existe um processo de inferência sobre quais as perguntas mais apropriadas para o usuário em questão e um paradigma para a geração de planos de estudo.

A seleção de perguntas pelo algoritmo deve ser feita de maneira gradual, a cada resposta fornecida pelo usuário. Ou seja, não deve ser estipulado um conjunto de perguntas de uma só vez pelo algoritmo para servir como teste já que, durante a realização do mesmo, os parâmetros utilizados para a seleção de perguntas ficarão desatualizados. O ideal é justamente aproveitar tudo o que se conhece sobre o usuário em todos os momentos, especialmente ao se selecionar as perguntas.

Quando a realização do teste é finalizada, será gerado um plano de estudos, recomendações de quais devem ser os pontos mais importantes para o usuário focar seus estudos. Com base no nível de desempenho do usuário será atribuído um grau de prioridade para cada folha da árvore de conhecimento estudada. Será fornecido no formato de uma lista ao usuário, ordenando-se os nós com base em sua relevância para a progressão do aprendizado do usuário.

Etapas

A seguir está representado no diagrama as etapas envolvidas no algoritmo e o seu fluxo.

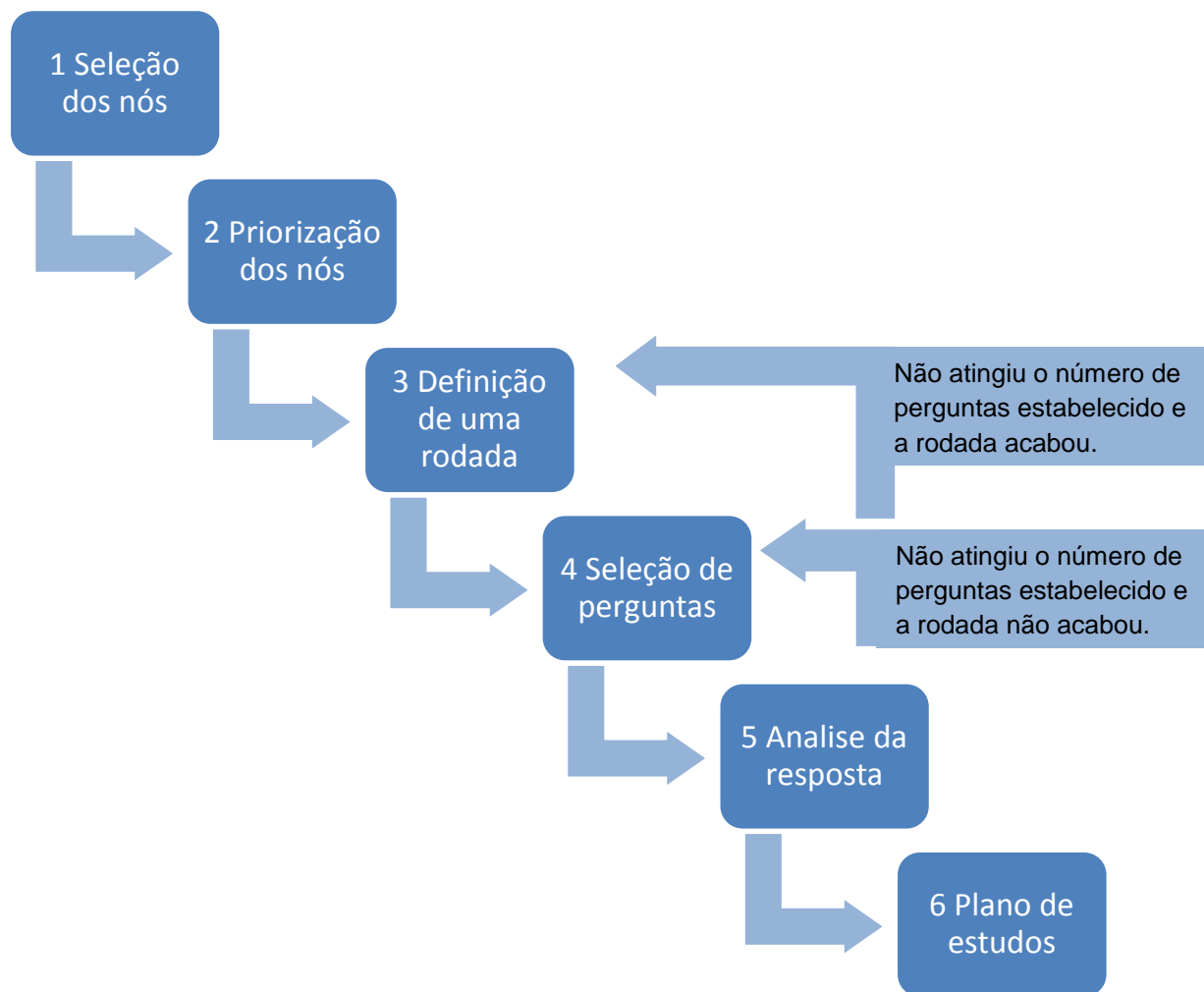


Figura 5 - Diagrama do fluxo das etapas

Serão explicadas detalhadamente as etapas definidas no diagrama nas secções a seguir.

Etapa 1 - Seleção dos nós

O quiz é um conjunto de perguntas de um determinado assunto definido em torno de uma árvore ou sub-árvore do conhecimento selecionada pelo usuário. Ou seja, para o quiz, o usuário deve selecionar uma árvore ou sub-árvore sobre a qual será realizada a seleção das perguntas.

Serão levados em conta apenas os nós folha da árvore. Fora isso, existem algumas situações que invalidam o uso do nó, mesmo sendo ele folha, durante o quiz. Sendo elas:

Situação	Motivo
Todas as questões do nó que ainda não foram respondidas corretamente pelo usuário foram utilizadas durante a realização do quiz atual. Não há mais perguntas novas para serem selecionadas.	Evita o uso de perguntas repetidas durante um quiz.
O nó não possui questões associadas.	Não há questões disponíveis para serem selecionadas.
O nível de conhecimento do usuário sobre o nó foi estabelecido como “ruim” durante a aplicação do quiz. Neste caso o nó fica inválido até a finalização do quiz.	Vale mais focar as questões do quiz nos nós com outro nível de conhecimento ao invés de selecionar perguntas de uma área em que se sabe que o usuário tem altíssimas chances de errar.
Todas as questões do nó já foram respondidas corretamente pelo usuário em algum momento.	Não se pergunta duas vezes a mesma pergunta ao usuário.

A seguir é exemplificado de maneira ilustrada essa etapa.

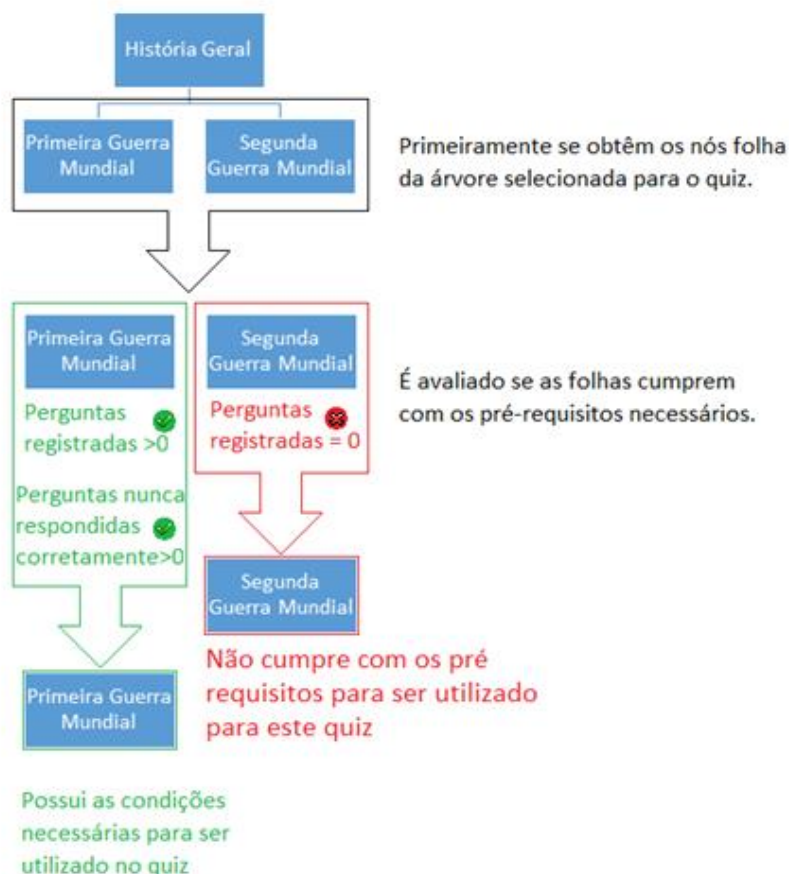


Figura 6 - Exemplificação do processo de seleção de nodes

Etapa 2 - Priorização dos nós

Deve-se encaixar a folha em um dos níveis de prioridade reconhecidos pelo algoritmo. Cada grau de prioridade vem acompanhada de um peso que define qual a frequência com a qual o node será escolhido para teste durante um quiz. Basicamente, define quantas perguntas do node estarão presentes em uma rodada do quiz. O conceito de rodada será explicado mais a frente, na etapa 3.

Prioridade 1 - Nós cujo desempenho no último quiz foi ruim

Justificativa

Priorizando os pontos negativos do usuário nos testes anteriores é uma maneira de se atingir o objetivo de promover o aprendizado contínuo do aluno e promover saída da zona de conforto. Os planos de estudo gerados sempre apontarão para a necessidade de se estudar esses nós. É possível que um nó atenda os pré-requisitos desta categoria e de outra simultaneamente. Neste caso, a categoria 1 prevalece.

Condição para o nó entrar nesta categoria

Entrarão nessa categoria as folhas as quais tiveram seu desempenho classificado como ruim (prioridade 5 no último quiz realizado pelo usuário que contemplasse o node.

Peso

O maior peso é dado a essa categoria. Peso 6.

Prioridade 2 - Nós cujo nível de conhecimento para o usuário é desconhecido

Justificativa

É necessário que os nodes que não foram avaliados ou que foram pouco avaliados para o usuário sejam mais priorizados que os nodes em que se sabe que o usuário tem um nível de conhecimento bom ou ruim. Isso se deve ao fato de que é possível que existam nodes não testados em que o usuário poderia ter tido um desempenho ruim.

Condição para o nó entrar nesta categoria

Se a quantidade de perguntas acertadas em todos os quiz for de 0 a 10. Esse intervalo é arbitrário e busca representar uma situação em que o grau de conhecimento do usuário para o assunto é desconhecido.

Peso

O peso para esta categoria é moderado. Peso 4.

Prioridade 3 - Nós em que o usuário teve um bom desempenho

Justificativa

Nós com bom desempenho devem ser pouco priorizados, uma vez que não são tão importantes para a expansão do conhecimento do usuário como os nós em que o desempenho é ruim ou desconhecido.

Condição para o nó entrar nesta categoria

Se a quantidade de perguntas acertadas em todos os quiz for de 10 a 19. Esse intervalo é arbitrário e busca representar uma situação em que o grau de conhecimento do usuário para o assunto é bom.

Peso

O peso para esta categoria é baixo. Peso 2.

Prioridade 4 - Nós em que o usuário teve um desempenho muito bom

Justificativa

Nós com desempenho muito bom devem ser os menos priorizados, uma vez que não são tão importantes para a expansão do conhecimento.

Condição para o nó entrar nesta categoria

Se a quantidade de perguntas acertadas em todos os quiz for igual ou maior que 20. Esse intervalo é arbitrário e busca representar uma situação em que o grau de conhecimento do usuário para o assunto é muito bom.

Peso

O peso para esta categoria é muito baixo. Peso 1.

Prioridade 5 - Nós em que o usuário mostrou um desempenho ruim

Justificativa

Durante o quiz é possível observar se existe alguma área do conhecimento em que o usuário não tem domínio. É possível chegar a essa conclusão quando o usuário durante a execução de um quiz erra muitas perguntas de uma determinada área. Não faz sentido continuar a testar a área em questão durante o presente quiz, sendo melhor selecionar perguntas das demais áreas. É possível que um nó atenda os pré-requisitos desta categoria e de outra simultaneamente. Neste caso, a categoria 5 prevalece a não ser que os requisitos da categoria 1 sejam atendidos, neste caso a categoria 1 prevalece.

Condição para o nó entrar nesta categoria

Se a diferença entre a quantidade de perguntas respondidas corretamente e as perguntas respondidas incorretamente, ambas durante o quiz, (perguntas respondidas corretamente – perguntas incorretamente respondidas) for menor ou igual a -5. Esse intervalo é arbitrário e busca representar uma situação em que o grau de conhecimento do usuário para o assunto é ruim.

Peso

Quando se descobre que o usuário tem um nível de conhecimento ruim para o node, este para de ser testado. Peso 0.

Etapa 3 – Definição de uma rodada

Uma rodada estabelece a ordem e quantas vezes cada nó folha da árvore selecionada para o quiz será testado e a ordem para tal. É uma lista de nós folha.

Cada nó folha é inserido em uma lista uma quantidade de vezes equivalente ao peso atribuído ao seu nível de prioridade descrito na etapa 2. Por exemplo, um nó folha cujo nível de conhecimento é bom (categoria 3) terá um total de duas perguntas na rodada, uma vez que esse é o peso do seu grau de prioridade. Depois que todos os nós forem inseridos na lista correspondente a rodada uma quantidade de vezes referente ao seu peso, a lista é “embaralhada”. Essa lista de

nó folha representa a rodada, a partir dela serão obtidos os nós que deverão ser testados durante o quiz na ordem em que aparecem. Quando não houver mais nós na lista que define a rodada esta deverá ser recalculada.

A seguir está exemplificado de maneira ilustrada o processo de definição de uma rodada.



Figura 7 - Explicação visual do processo de formulação de uma rodada

Etapa 4 – Seleção de pergunta

Obtém-se o primeiro nó folha da lista que representa a rodada. E seleciona-se uma pergunta que ainda não foi respondida corretamente em nenhum quiz para o node. Após o usuário responder a pergunta, a resposta selecionada será enviada e analisada.

Etapa 5 - Análise da Resposta

Ao se obter a resposta do usuário para a pergunta selecionada são realizadas as seguintes operações:

- Verifica-se o nível de conhecimento do usuário para o nó mudou.
 - Se foi verificado que o nível de conhecimento do usuário mudou para “ruim”, remove-se todas as perguntas do nó da rodada, se existirem.
- Verifica-se se os nós estão válidos para serem testados. Isso é explicado na etapa 1.
- Verifica-se o término do quiz. Isso pode ocorrer pelos seguintes motivos:
 - Não há mais folhas válidas para teste.
 - O número de perguntas selecionado para o quiz foi atingido.

Etapa 6 - Plano de estudos

O algoritmo visa gerar um plano de estudos para o usuário com base no que se conhece sobre seu desempenho a partir da aplicação dos testes. Dos nós que foram testados, independentemente de serem folhas ou não, a geração do plano possui as seguintes prioridades:

Prioridade 1

Os nós que são raiz de árvores ou sub-árvores, contidas dentro da árvore do conhecimento selecionada para o quiz, em que todos os seus membros tenham tido um desempenho ruim durante o quiz.



Nodes nos quais o usuário mostrou um nível baixo de conhecimento.

Nodes em que o usuário mostrou um nível de conhecimento bom.

Nodes em que o usuário mostrou um nível de conhecimento moderado.

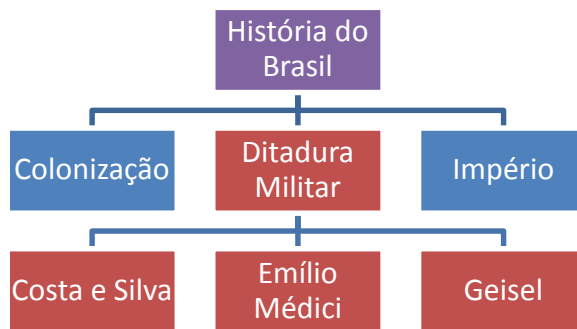


Figura 8 - Exemplo de árvore do conhecimento após a realização de um quiz.

Verificamos a existência de uma sub-árvore do conhecimento dentro da árvore “História do Brasil” na qual o desempenho para todos os membros é ruim e onde o nó raiz é o nó “Ditadura militar”. Essa sub-árvore é ilustrada a seguir:

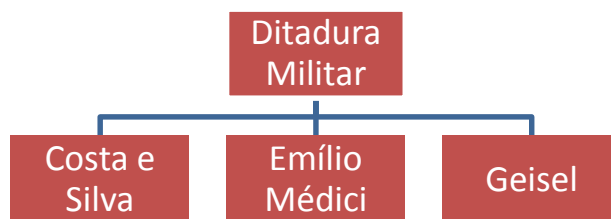


Figura 9 - Sub-árvore em que o grau de conhecimento do usuário para os nós é ruim.

Em tal situação é selecionado para entrar no relatório apenas o nó raiz da sub-árvore em que seus nós tiveram um nível de conhecimento ruim. Esse passo é ilustrado a seguir:

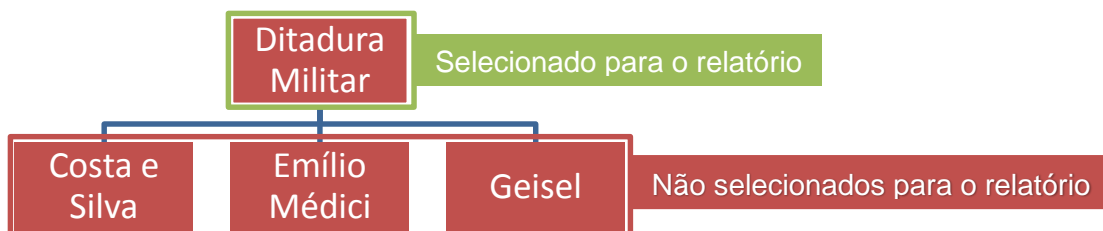


Figura 10 - Ilustração de como se dá a seleção de nós de sub-árvores do conhecimento em que o desempenho do usuário é ruim para o plano de estudos

Aqui o que se busca é focar o estudo dentro de uma área na qual o desempenho do estudante é ruim no ponto mais abrangente possível.

Mas porquê?

A proposta é justamente analisar gradualmente a dispersão do conhecimento do usuário no domínio para propor o plano de ação. Entretanto, se considerarmos as partes menos abrangentes, mais específicas, estaremos fazendo planos de estudo que estimulam a especialização do usuário em muitas sub-áreas de maneira muito direta e não gradual. Quando se propõe um estudo abrangente das áreas de baixo desempenho do aluno estamos promovendo a evolução gradual do conhecimento desse, sem um grande compromisso com a especialização de muitos assuntos.

Além dos pontos citados pode-se afirmar também que as áreas com mau desempenho definem um horizonte para onde o conhecimento do usuário pode se expandir. Portanto, essas áreas devem ser priorizadas.

Os nós desta categoria serão ordenados de maneira crescente com base na porcentagem do total de perguntas acertadas para o nó pelo usuário.

Prioridade 2

Os nós que são raiz de árvores ou sub-árvores, contidas dentro da árvore do conhecimento selecionada para o quiz, em que todos os seus membros tenham um nível de conhecimento desconhecido para o usuário.

O processo de identificação e ordenamento destes nós é idêntico aos nós de prioridade 1. Prioriza-se o ponto mais abrangente da árvore ou sub-árvore do conhecimento em que o desempenho do usuário seja desconhecido.

Entretanto os nós com desempenho desconhecido possuem menos prioridade do que os nós em que o usuário tem um conhecimento ruim (prioridade 1) e mais do que os nós em que o conhecimento foi bom (prioridade 3). Isso ocorre porque esses nós (com nível de conhecimento desconhecido) possuem potencialmente um nível de conhecimento ruim e, portanto, devem ser mais priorizados do que os nós com um nível bom. Por outro lado os nós com nível de conhecimento desconhecido devem ser menos priorizados do que os nós em que o nível de conhecimento do usuário já se sabe que é ruim.

Prioridade 3

Os nós que são folhas de árvores ou sub-árvores, contidas dentro da árvore do conhecimento selecionada para o quiz em que todos os seus nós tenham tido um desempenho bom.

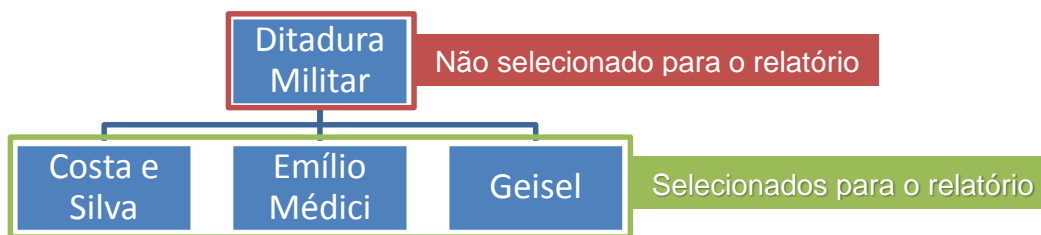


Figura 11 - Ilustração de como se dá a seleção de nós de sub-árvores do conhecimento em que o desempenho do usuário é bom para o plano de estudos

Ou seja, aqui se faz o contrário do que se faz para as árvores ou sub-árvores do conhecimento em que o desempenho é ruim. São selecionadas as folhas e não a raiz da árvore ou sub-árvore para o relatório. O motivo para tal é que agora o interesse é justamente fazer com que o plano de estudo busque a especialização do usuário de maneira menos abrangente e mais específica. Afinal, o aprendizado do usuário já se mostrou satisfatório de maneira abrangente sobre a área, portanto, o mais proveitoso seria focar nos pontos mais específicos e menos abrangentes em que o usuário pode melhorar.

Os nós nesta categoria serão ordenados de maneira crescente com base na porcentagem do total de perguntas acertadas para o node.

Projeto e especificação do Sistema

Estruturas de dados

Com a finalidade de atender os requisitos do foi utilizado o modelo descrito pelo diagrama a seguir.

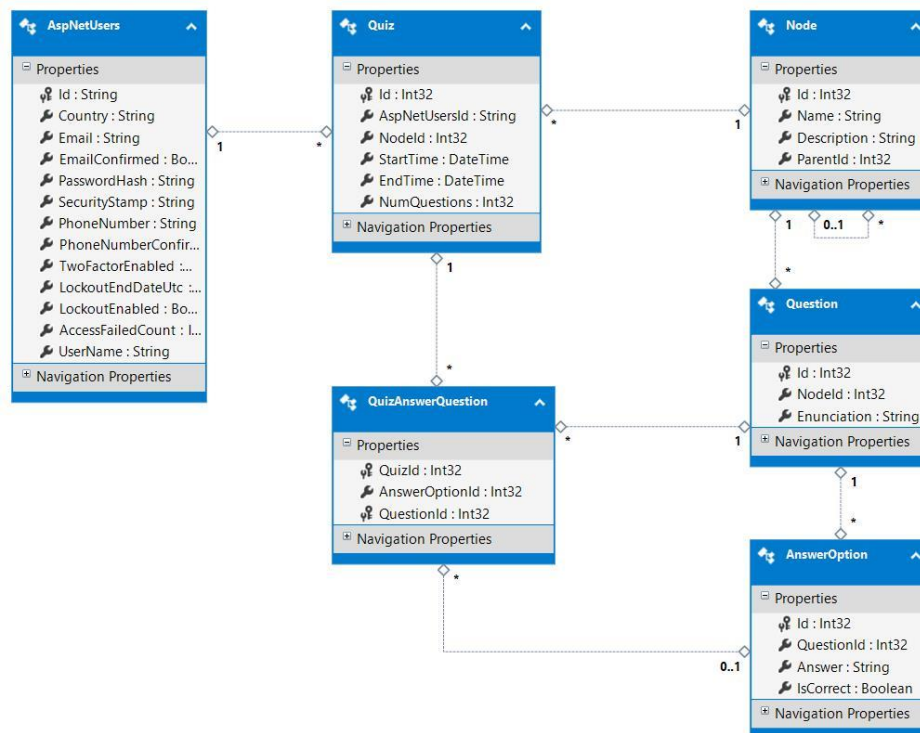


Figura 12 - Diagrama da estrutura de dados do sistema

Node

O node representa um nó de uma estrutura de dados em árvore. É preciso ser capaz de realizar um relacionamento com outro node a fim de representar as subdivisões de uma área de conhecimento específica. Os nodes que são folhas da árvore podem ter perguntas associadas para somente então serem utilizados em um quiz.

Atributo	Descrição
Name	Nome do nó.
Description	Detalhes opcionais sobre o nó.
ParentId	É a chave primária do nó pai deste. Caso o nó seja um node raiz, este valor é nulo.
Id	Chave primária.

Question

Constitui uma estrutura de dados com a finalidade de permitir o registro de perguntas. Para representar uma pergunta é possível registrar um texto de enunciado. A pergunta deve ser associada as suas opções de resposta (tabela AnswerOption).

Atributo	Descrição
Enunciation	Enunciado da pergunta.

NodelId	Id do nó ao qual está associada.
Id	Chave primária.

AnswerOption

É uma opção de resposta associada a uma pergunta. É necessário registrar um texto referente a uma das possíveis respostas e deve ser informado se esta é ou não a resposta correta para a pergunta.

Atributo	Descrição
Answer	Enunciado da resposta.
QuestionId	Id da pergunta a qual esta opção de resposta se associa.
IsCorrect	Valor booleano que define se esta opção de resposta é a correta para a pergunta associada.
Id	Chave primária.

Quiz

É a entidade que define um teste, deve definir quantas perguntas serão realizadas ao usuário durante o quiz e qual a árvore ou sub-arvore sobre a qual serão selecionadas as perguntas.

Atributo	Descrição
AspNetUsersId	Id do usuário ao qual o quiz é destinado.
NodelId	Id do node sobre o qual o quiz será realizado.
StartTime	Data e hora do início do quiz.
EndTime	Data e hora do termino do quiz.
NumQuestions	Número de perguntas que serão feitas no quiz.
Id	Chave primária.

QuizAnswerQuestion

Representa uma resposta dada por um usuário para uma determinada pergunta durante um quiz.

Atributo	Descrição
----------	-----------

QuizId	Id do quiz no qual a resposta da pergunta ocorreu.
QuestionId	Id da pergunta que foi respondida.
QuizAnswerQuestionId	Id da resposta selecionada pelo usuário para a pergunta.

AspNetUsers

Essa tabela é originada de um componente externo utilizado pela solução. Se trata do ASP.Net Identity que, como irei explicar mais a frente, define mecanismos de autenticação e autorização.

Casos de Uso

O sistema possui os casos de uso representados no diagrama a seguir e serão detalhados mais à frente.

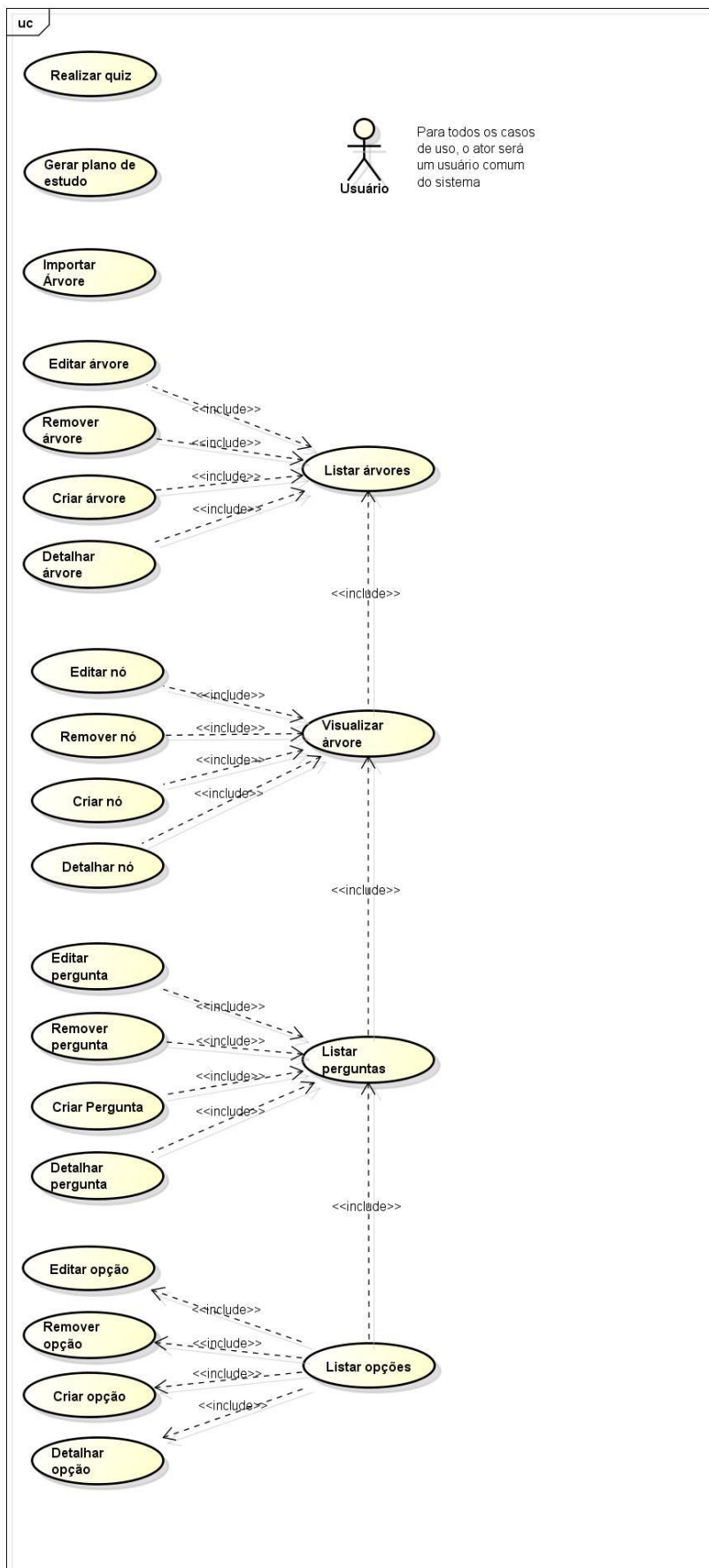


Figura 13 - Diagrama de casos de uso do sistema

Caso de uso: Realizar Quiz

Nível: Objetivo de usuário

Ator Principal: Usuário

Interessados e interesses:

Usuário

Deseja realizar um quiz para determinada área do conhecimento como forma de treinamento

Pré-Condições:

O usuário está autenticado pelo sistema.

O sistema possui Árvores do conhecimento com perguntas válidas para serem utilizadas pelo quiz.

Garantia de sucesso

Todas as respostas dadas pelo usuário para as perguntas selecionadas serão persistidas na base de dados.

Cenário de sucesso principal

1. O usuário entra no sistema e encontra a secção de criação de quiz.
2. O sistema recupera e exibe ao usuário todas as árvores de conhecimento registradas.
3. O usuário seleciona uma das árvores.
4. O sistema exibe a representação visual da árvore com todos os seus nós.
5. O usuário seleciona um dos nós da árvore.
6. O sistema exibe uma caixa de texto para que o usuário informe o número de perguntas no quiz.
7. O usuário indica qual o número de questões que devem ser realizadas no quiz.
8. O sistema registra na base de dados a criação do quiz juntamente com a data e hora dessa criação.
9. Tratando o nó selecionado pelo usuário no passo 5 como o nó raiz de uma árvore, obtém-se todos os nós folha dessa árvore.
10. O sistema obtém as informações relevantes sobre os nós folha obtidos para classificar o conhecimento do usuário sobre as mesmas. Essas informações são:
 - O número de perguntas corretamente respondidas pelo usuário independentemente do quiz.
 - O número de perguntas que ainda não foram respondidas corretamente em nenhum quiz.
 - O número de perguntas corretamente respondidas durante o quiz atual.
 - O número de perguntas respondidas incorretamente durante o quiz.

11. O sistema verifica qual a disponibilidade de cada folha para ser utilizada no quiz. A definição da disponibilidade dos nós folha é explicada na etapa 1 da secção “Algoritmo de seleção de perguntas e aplicação de teste”.
12. O sistema verifica qual a prioridade para cada nó folha. As prioridades estão devidamente descritas na etapa 2 da secção “Algoritmo de seleção de perguntas e aplicação de teste”.
13. O sistema verifica que existem nodes disponíveis para serem utilizados no quiz.
14. O sistema gera a rodada a partir das prioridades dos nós folha considerados disponíveis. Esse processo é descrito na etapa 3 da secção “Algoritmo de seleção de perguntas e aplicação de teste”.
15. O sistema seleciona, do node indicado pela rodada, uma pergunta que ainda não foi respondida corretamente em nenhum quiz e que ainda não foi utilizada neste quiz.
16. O sistema exibe o enunciado da pergunta e todas as possíveis respostas para o usuário.
17. O usuário seleciona e envia a resposta que considera ser a correta.
18. O sistema verifica a opção escolhida pelo usuário e modifica as variáveis utilizadas pelo algoritmo com base nessa informação. Também persiste na base de dados a resposta do usuário no quiz.
19. O sistema verifica se houve uma mudança na disponibilidade da folha a qual a pergunta respondida estava associada.
20. O sistema verifica se houve alguma mudança na prioridade da folha a qual a pergunta respondida estava associada.
21. O sistema verifica que a quantidade de perguntas estabelecidas para o quiz ainda não foi atingida.
22. O sistema verifica que existem nodes disponíveis para serem utilizados no quiz.
23. O sistema verifica que a rodada ainda não acabou.
24. O fluxo passa para o passo 15 do cenário de sucesso principal

Extensões

13a e 22a – O sistema verifica que não existem nós disponíveis para serem utilizados no quiz.

1. O sistema atualiza o registro do quiz adicionando a data e hora do término do mesmo.
2. O sistema exibe ao usuário o motivo pelo qual o quiz foi finalizado e oferece a opção de visualizar o plano de estudos referente ao quiz.

21a – O sistema verifica que a quantidade de perguntas estabelecidas para o quiz foi atingida.

1. O sistema atualiza o registro do quiz adicionando a data e hora do término do mesmo.
2. O sistema exibe ao usuário o motivo pelo qual o quiz foi finalizado e oferece a opção de visualizar o plano de estudos referente ao quiz.

23a – o sistema Verifica que a rodada acabou.

1. O fluxo passa para o passo 14 do cenário de sucesso principal.

Caso de uso: Gerar Plano de estudos

Nível: Objetivo de usuário

Ator Principal: Usuário

Interessados e interesses:

Usuário

Deseja obter um plano de estudos a partir de seu desempenho em um quiz.

Pré-Condições:

O usuário está autenticado pelo sistema.

O usuário possui pelo menos um quiz que já foi finalizado.

Garantia de sucesso

Um plano de estudos será formulado a partir da análise do desempenho do usuário no quiz.

Cenário de sucesso principal

1. O usuário entra no sistema e encontra a seção de criação de quiz.
2. O sistema recupera e exibe a todos os quiz do usuário. Para os quiz que já foram completados, oferece a opção de visualizar o relatório do quiz e o plano de estudos.
3. O usuário seleciona uma opção de visualizar o relatório e o plano de estudos de um quiz finalizado.
4. O sistema obtém as informações relevantes sobre os nós folha obtidos para classificar o conhecimento do usuário sobre o assunto. Essas informações são:
 - O número de perguntas corretamente respondidas pelo usuário independentemente do quiz.
 - O número de perguntas que ainda não foram respondidas corretamente em nenhum quiz.
 - O número de perguntas corretamente respondidas durante o quiz.
 - O número de perguntas respondidas incorretamente durante o quiz.
5. O sistema propaga para os nós ancestrais das folhas as informações obtidas no quinto passo. Essa propriedade é descrita na seção "Mapeamento das áreas do conhecimento".
6. O sistema estabelece um grau de prioridade para cada nó da árvore do quiz. Esse processo é explicado na seção de geração de planos de estudo.
7. O sistema exibe ao usuário uma lista dos nós da árvore ordenados de maneira decrescente de prioridade. Exibe também uma representação visual da árvore para o usuário com as informações sobre cada nó.

Extensões

Não há extensões para esse caso de uso

Caso de uso: Importar árvore

Nível: Objetivo de usuário

Ator Principal: Usuário

Interessados e interesses:

Usuário

Deseja importar uma árvore representada através de pastas do sistema operacional Windows e arquivos texto.

Pré-Condições:

O usuário está autenticado pelo sistema.

Garantia de sucesso

A árvore do conhecimento juntamente com as perguntas e opções de resposta associadas, tudo isso especificado no esquema de pastas e arquivos texto, serão registradas na base de dados do sistema.

Cenário de sucesso principal

1. O usuário entra no sistema e encontra a secção de importação de árvore.
2. O sistema exibe ao usuário uma caixa de texto onde a entrada deve ser a pasta raiz da árvore.
3. O usuário entra com o caminho do sistema para a pasta e envia.
4. O sistema verifica que o caminho é válido.
5. O sistema obtém o nome da pasta raiz e registra um novo node com o mesmo nome da pasta.
6. O sistema percorre todas as pastas filho da pasta raiz e as pastas filho dessas sucessivamente registrando os nomes das pastas como novos nodes associando-os da maneira correta.
7. O sistema obtém, se existente, os arquivos texto chamados "Perguntas.xml" presentes nas pastas folha.
8. O sistema percorre todos os arquivos XML obtendo as perguntas e suas opções de resposta associadas e as registra no sistema.

Extensões

4a – O sistema verifica se o caminho é inválido.

1. O sistema cancela a importação.

Casos de uso genéricos

Os casos de uso genéricos são casos de uso repetitivos, muito semelhantes. A especificação de cada um deles individualmente seria redundante. Esses casos de uso são aqueles destinados as seguintes operações:

- Listar
- Visualizar
- Criar

- Editar
- Remover

Caso de uso: Listar Perguntas

Nível: Objetivo de usuário

Ator Principal: Usuário

Interessados e interesses:

Usuário

Deseja obter uma lista dos registros das perguntas.

Pré-Condições:

O usuário está autenticado pelo sistema.

O sistema possui ao menos uma pergunta associada a um nó folha.

Garantia de sucesso

Uma lista contendo o registro das perguntas associadas a determinado nó folha será exibida ao usuário.

Cenário de sucesso principal

1. O usuário entra no sistema e encontra a seção de Listagem de árvores.
2. O sistema recupera e exibe a todas as árvores do conhecimento registradas para o usuário oferecendo para todos os nós folha a opção de listar todas as perguntas associadas registradas.
3. O usuário seleciona a opção de listar todas as perguntas de um determinado nó folha.
4. O sistema recupera todos os registros de perguntas associadas ao nó folha e exibe ao usuário em formato de lista. Oferece a opção de criar um novo registro de pergunta. Para cada pergunta listada, oferece as seguintes operações:
 - Visualizar
 - Editar
 - Remover
 - Listar opções de resposta

Extensões

Não há extensões para esse caso de uso

Caso de uso: Visualizar Opções de resposta

Nível: Objetivo de usuário

Ator Principal: Usuário

Interessados e interesses:

Usuário

Deseja visualizar detalhadamente os valores de um registro de opção de resposta (AnswerOption).

Pré-Condições:

O usuário está autenticado pelo sistema.

O sistema possui ao menos uma pergunta associada a um nó folha.

O sistema possui ao menos uma opção de resposta associada a uma pergunta.

Garantia de sucesso

Uma lista contendo o registro das perguntas associadas a determinado nó folha será exibida ao usuário.

Cenário de sucesso principal

1. O fluxo inicia a partir do passo 4 do caso de uso “Listar perguntas”.
2. O usuário seleciona a opção de Listar opções de resposta de um dos registros de pergunta.
3. O sistema recupera e exibe todas as opções de resposta associadas a pergunta. Oferece a opção de criar um novo registro. Para cada opção listada, oferece as seguintes operações:
 - a. Visualizar
 - b. Editar
 - c. Remover
 - d. Listar opções de resposta
4. O usuário seleciona a opção de visualizar um determinado registro.
5. O sistema recupera e exibe os dados do registro selecionados.

Extensões

Não há extensões para esse caso de uso

[Caso de uso: Criar pergunta](#)

Nível: Objetivo de usuário

Ator Principal: Usuário

Interessados e interesses:

Usuário

Deseja criar um novo registro de pergunta.

Pré-Condições:

O usuário está autenticado pelo sistema.

O sistema possui ao menos uma árvore registrada.

Garantia de sucesso

Um novo registro de pergunta será criado.

Cenário de sucesso principal

1. O fluxo inicia a partir do passo 4 do caso de uso “Listar perguntas”.
2. O usuário seleciona a opção de criar um novo registro de pergunta.
3. O sistema exibe ao usuário uma caixa de texto na qual a entrada deve ser o enunciado da pergunta.
4. O usuário insere o enunciado da pergunta na caixa de texto e envia.
5. O sistema cria o registro de pergunta com o enunciado registrado associando-a ao nó folha selecionado.

Extensões

Não há extensões para esse caso de uso

[Caso de uso: Editar pergunta](#)

Nível: Objetivo de usuário

Ator Principal: Usuário

Interessados e interesses:

Usuário

Deseja alterar um registro de pergunta já existente.

Pré-Condições:

O usuário está autenticado pelo sistema.

O sistema possui ao menos uma pergunta associada a um nó folha.

Garantia de sucesso

Um registro de pergunta será modificado.

Cenário de sucesso principal

1. O fluxo inicia a partir do passo 4 do caso de uso “Listar perguntas”.
2. O usuário seleciona a opção de editar um novo registro de pergunta.
3. O sistema exibe ao usuário uma caixa de texto já preenchida com o valor atual do enunciado da pergunta.
4. O usuário altera o enunciado da pergunta na caixa de texto e envia.
5. O sistema atualiza o registro de pergunta associando-a ao nó folha.
6. O fluxo passa para o passo 4 do caso de uso “Listar perguntas”.

Extensões

Não há extensões para esse caso de uso

[Caso de uso: Deletar pergunta](#)

Nível: Objetivo de usuário

Ator Principal: Usuário

Interessados e interesses:

Usuário

Deseja remover um registro de pergunta.

Pré-Condições:

O usuário está autenticado pelo sistema.

O sistema possui ao menos uma pergunta associada a um nó folha.

Garantia de sucesso

Um registro de pergunta será removido da base de dados.

Cenário de sucesso principal

1. O fluxo inicia a partir do passo 4 do caso de uso “Listar perguntas”.
2. O usuário seleciona a opção de deletar um registro de pergunta.
3. O sistema exibe ao usuário as informações do registro perguntando se deseja realmente deletá-lo.
4. O usuário confirma ao sistema que realmente deseja deletar o registro.
5. O sistema busca e deleta os registros de “AnswerOption” associados a pergunta.
6. O sistema deleta o registro da pergunta.
7. O fluxo passa para o passo 4 do caso de uso “Listar perguntas”.

Extensões

4a – O usuário informa ao sistema que não deseja deletar o registro.

2. O fluxo passa para o passo 4 do caso de uso “Listar perguntas”.

Atividades realizadas

Técnica de testes

A prioridade definida para a execução dos testes é garantir o bom funcionamento do algoritmo de seleção de perguntas. Para isso, é necessário acompanhar o comportamento interno do software, mais especificamente das estruturas de dados responsáveis por realizar as operações do algoritmo. Portanto, o ideal nesta situação é realizar testes estruturais, caixa-branca, onde é possível observar o funcionamento do modelo de dados que compõem o algoritmo.

Metodologia

Antes de mais nada será necessário definir uma base de dados que possa ser utilizada para testes. Para resolver este problema, foi montada uma base de dados formada por perguntas de vestibular da matéria de história. A árvore do conhecimento utilizada é a que segue:

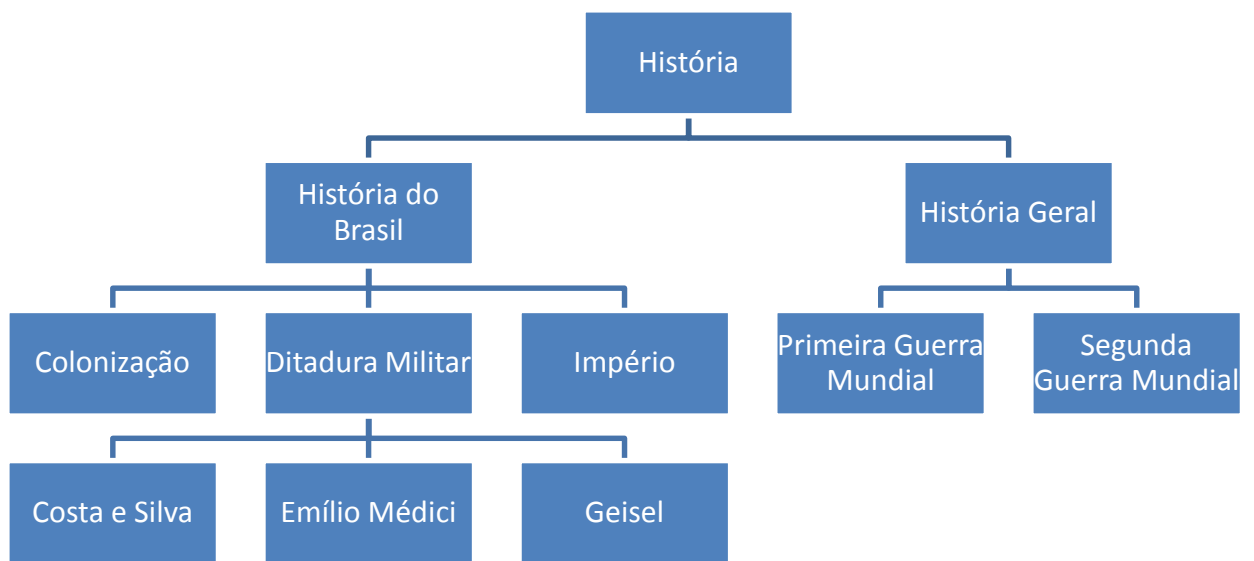


Figura 14 - Exemplo de árvore do conhecimento de história

Para realizar esses testes estruturais será necessário definir maneiras de se observar as estruturas de dados e seu comportamento para os casos de teste definidos. Para tal serão utilizados dois recursos:

Recurso 1 - Representação visual do estado das estruturas.

Será criada uma representação visual do estado atual das estruturas envolvidas com a execução do algoritmo. Sendo assim, será possível ter acesso a uma representação detalhada dos valores dos parâmetros envolvidos.

A representação visual será exibida durante a realização do quiz, na página que fornece ao usuário uma pergunta para ser respondida. Essas informações serão atualizadas após cada resposta do usuário seguida da seleção de uma nova pergunta.

A representação visual contemplará as informações relevantes para se entender o estado do modelo de dados. Essas informações são:

- A lista de perguntas que serão testadas no round e a sua ordem.
- Para cada node folha da árvore/sub-árvore contemplada no quiz:
 - O nível de conhecimento do node
 - A disponibilidade do nó folha para ser testado no quiz. Se o nó folha estiver indisponível para teste, o motivo para tal será explicitado.
 - O número de questões respondidas corretamente para a folha independente do quiz.
 - O número de questões que nunca foram respondidas corretamente em nenhum quiz.
 - O número de questões respondidas corretamente durante o quiz atual.

- O número de questões respondidas incorretamente durante o quiz atual.

A seguir está demonstrada a interface produzida para realizar a demonstração visual das estruturas do algoritmo. Para este exemplo foi utilizada a base de dados de história criada para testes.

Round

Costa e Silva>>Costa e Silva>>Geisel>>Geisel>>Emílio Médici>>Emílio Médici>>Geisel>>Império>>Geisel>>Costa e Silva>>Emílio Médici

Information about the nodes

Colonização	Costa e Silva	Emílio Médici	Geisel	Império
KL:unknown	KL:unknown	KL:unknown	KL:unknown	KL:unknown
General Status	General Status	General Status	General Status	General Status
Total questions	Total questions	Total questions	Total questions	Total questions
8	8	8	7	9
Correctly answered	Correctly answered	Correctly answered	Correctly answered	Correctly answered
0	0	0	0	0
Not correctly answered	Not correctly answered	Not correctly answered	Not correctly answered	Not correctly answered
8	8	8	7	8
Quiz Status	Quiz Status	Quiz Status	Quiz Status	Quiz Status
Correctly answered	Correctly answered	Correctly answered	Correctly answered	Correctly answered
0	0	0	0	0
Not correctly answered	Not correctly answered	Not correctly answered	Not correctly answered	Not correctly answered
0	0	0	0	1
Availability Status	Availability Status	Availability Status	Availability Status	Availability Status
Available	Available	Available	Available	Available
There are questions available.	There are questions available.	There are questions available.	There are questions available.	There are questions available.

Figura 15 - Interface que representa visualmente o estado das estruturas utilizadas pelo algoritmo

Recurso 2 - Criação de um log textual

Evidencia quais as alterações sofridas pelas estruturas de dados. Através desse log teremos um histórico das operações realizadas e seus resultados. Com esse recurso será possível ter uma representação da evolução do algoritmo após cada operação realizada.

Se fosse utilizada apenas a técnica de representação visual só se teria acesso ao estado atual das estruturas de dados sem um acompanhamento mais detalhado de cada operação realizada. Portanto, as duas técnicas serão utilizadas em conjunto por se complementarem.

O log deverá Informar:

- Quando a prioridade do nó folha mudar para o usuário.
- Quando um nó folha ficar não disponível para uso.
- A cada resposta do usuário, qual o nó folha afetado e qual o nó, se a resposta está correta e quais as variáveis utilizadas pelo algoritmo tiveram seu valor alterado em decorrência dessa resposta.

Casos de teste importantes.

Será almejado então através da base de dados de história registrado criar casos para testar e garantir que:

- Todas as prioridades reconhecidas pelo algoritmo para os nós estejam sendo corretamente aplicadas.
- Somente os nós folha relevantes estão sendo testados, descartando-se os irrelevantes.
- A modificação nos atributos utilizados pelo algoritmo está ocorrendo corretamente.
- Os planos de teste estão sendo gerados de maneira pertinente
- O comportamento no geral está correto.
- As interfaces criadas para realizar o cadastro de informações funcionam corretamente.

Tecnologia para implementação do projeto

Uma solução WEB é a maneira ideal para implementar o projeto, já que, como foi discutido, é importante se ajustar ao perfil do usuário e fazer uso dos recursos disponíveis na era da informação. Estão listadas a seguir algumas das características de uma solução WEB analisadas dentro do contexto do projeto:

- Multi-plataforma - Na era da informação são muito difundidos aparelhos com conexão à internet. A solução web convenientemente permite o acesso à solução pela maioria dos dispositivos, promovendo a adesão de um público maior.

- Agilidade nas atualizações do sistema e base de dados - Como mencionado nas secções de algoritmo e gamification a atualização ágil da base de dados não é um requisito dispensável.

- Permite a construção/refinamento da base de dados pelos usuários - Os modelos de ontologia e perguntas registradas devem poder ser compartilhados entre os usuários a fim de diversificar os tópicos abrangidos pelas ontologias.

uiASP.NET



A tecnologia para desenvolvimento WEB escolhida é o ASP.Net por ser gratuita, bastante aceita no mercado e por permitir o desenvolvimento de sistemas nos padrões da arquitetura MVC, que torna a estrutura do sistema bastante

legível. Fora esses fatores técnicos, outra vantagem é o fato de que tenho alguma experiência com essa tecnologia com a qual trabalhei durante meu estágio no Laboratório de Engenharia de Software (LES) da PUC.

SQL Server



Em conjunto com o ASP.Net, pretendo utilizar o banco de dados SQL Server uma vez a integração entre as duas tecnologias é possível e o SGBD oferece os recursos mais comuns para o gerenciamento de bancos de dados. Não foi identificada a necessidade de recursos de gerenciamento de bancos de dados fora de um escopo mais genérico, o que é provido pelo SQL Server.

Microsoft Visual Studio 2013



A IDE Microsoft Visual Studio 2013 é uma ferramenta gratuita e bastante completa disponibilizada pela Microsoft. Agiliza o processo desenvolvimento. Inclusive, vem acompanhada de um gerenciador de pacotes, o NuGet que facilita muito a instalação de componentes adicionais ao projeto como por exemplo os componentes EntityFramework e Asp.Net Identity.

Entity Framework

O Entity Framework é um ORM que permite o acesso e uso de dados do SQL Server a partir da linguagem de programação C#. Possui também funcionalidades adicionais de representação visual do modelo de dados do banco através de um diagrama de banco de dados.

Asp.Net Identity

O Asp.Net Identity é um componente adicional que possui modelos de dados e operações que gerenciam todo o processo de autenticação e autorização de usuários. Pode auxiliar inclusive o processo de autenticação a partir de provedores de identidade externa como o Facebook ou Google+.

Atividades realizadas

A tabela a seguir representa o que foi estipulado para ser realizado durante o curso da disciplina de Projeto Final I.

2014.1 - PF1		Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho
Elaboração da proposta		X	X			
Avaliação de alternativas de requisitos			X	X		
Pesquisa de tecnologias				X	X	
Definição dos requisitos da solução					X	X

No Projeto Final I, não bastou adquirir o conhecimento através do estudo e da pesquisa, uma vez que se espalharam por áreas bastante diferentes as quais busquei da melhor forma correlacionar para formular o projeto. Foram elas:

- Pedagogia - Buscar referências válidas para criar uma noção de como se dá o processo de planejamento acadêmico
- Filosofia/Informática - O conceito de ontologia provém da filosofia como uma maneira de realizar o pensamento abstrato e é traduzida para um modelo de dados.
- Gamification - A motivação por trás dos jogos e competitividade.
- Antropologia - A busca por entender a inserção da tecnologia como uma manifestação cultural e os impactos no comportamento.

As fontes para a pesquisa foram bastante variadas, como notícias, livros e artigos.

A pesquisa por tecnologias foi breve uma vez que o projeto se mostrou muito claro em precisar ser implementado como uma solução em WEB. Fora isso, já

tenho conhecimento com a tecnologia ASP.Net MVC que se mostrou compatível com as necessidades do projeto.

Para o projeto final II mantenho o cronograma descrito na proposta, mas com a inclusão da atividade referente à geração do relatório, que deve ser realizada gradualmente com a execução do projeto.

2014.1 - PF1	Julho	Agosto	Setembr o	Outubr o	Novembr o
Modelagem	X				
Projeto		X			
Desenvolvime nto			X	X	
Testes					X
Relatório	X	X	X	X	X

Considerações Finais

Foi bastante satisfatório para mim produzir esse projeto no sentido em que dei vida a uma de minhas ideias. O que de certa maneira me fez aproveitar mais toda a trajetória de realização deste projeto.

O aprendizado sobre este trabalho se estendeu além do conhecimento no âmbito da informática. Houve estudo sobre pedagogia e outros assuntos, o que é compreensível já que todas as áreas do conhecimento humano podem, até certo ponto, fazer uso de recursos computacionais como forma de aprimorar a eficácia e eficiência de suas atividades.

Acho que a estrutura de ontologias ainda pode ser muito melhor explorada para ser utilizada na educação. Quando representada visualmente é uma forma

muito intuitiva e clara de se entender a extensão do conhecimento e formular um planejamento, seja este gerado por um algoritmo ou não.

A princípio eu estava animado com o requisito estipulado no projeto final I de criar uma maneira de se estudar com o uso de ludificação (*gamification* em inglês). Afinal, isso corresponderia a uma maneira de se adaptar a tendência contemporânea da juventude de buscar mais gratificações de curto prazo, bem como discutido na introdução do projeto. Entretanto, com o desenrolar das alterações nos requisitos principais de geração de planos de estudo e quiz bem como seus testes, a proposta de implementação de ludificação se tornou pouco realista e foi abandonada.

Qual a contribuição real de meu projeto para o mundo? Difícil dizer. Acho que explorei uma técnica promissora no que diz respeito ao uso de recursos computacionais na educação e que no futuro poderá servir como inspiração para o desenvolvimento da informatização da educação.

Referências

GRUBER, T. **Ontology**. Disponível em: <http://tomgruber.org/writing/ontology-definition-2007.htm> Acesso em: 16.jun.2014.

MUTHER, C. **Instant gratification is making us perpetually impatient**. Disponível em: <http://www.bostonglobe.com/lifestyle/style/2013/02/01/the-growing-culture-impatience-where-instant-gratification-makes-crave-more-instant-gratification/q8tWDNGeJB2mm45fQxtTQP/story.html>. Acesso em: 18.mai.2014.

PADILHA, P. R. **Planejamento Dialógico**. 6. Ed. São Paulo: Cortez; Instituto Paulo Freire, 2006.