

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DO TOCANTINS
CURSO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

UMA IMPLEMENTAÇÃO DE SOFTWARE ALTERNATIVA PARA
MÉTODO DE INSTRUÇÃO POR PARES

VANDERLEI CARVALHO RODRIGUES PINTO

Palmas – TO

2016

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DO TOCANTINS
CURSO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

UM SISTEMA ALTERNATIVO PARA MÉTODO DE INSTRUÇÕES POR PARES

VANDERLEI CARVALHO RODRIGUES PINTO

Trabalho de Conclusão do Curso de Sistemas de Informação da Fundação Universidade do Tocantins, apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.
Orientador:

Palmas – TO
2016

Aos meus pais e amigos, pelo apoio incondicional e a minha esposa amada por estar sempre ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, aos meus familiares que me apoiaram em todos os momentos, à minha esposa querida por sempre me apoiar e me incentivar, aos colegas de turma pelos ótimos e inesquecíveis momentos vividos neste curso de graduação e por último, mas não menos importante, agradecemos aos nossos professores, que me ensinaram, apoiou, incentivaram, cobraram e sempre me trataram com respeito, serei sempre grato a todos vocês pelo tempo e esforço dedicados. Obrigado.

"O preço da inércia é muito maior do que o custo de um erro."

Meg Whitman

RESUMO

A tecnologia está cada vez mais presente na sala de aula atualmente. As metodologias de ensino têm se adaptado a essa realidade e usado à tecnologia a seu favor. Ao oferecer a oportunidade do aluno ter uma discussão do assunto na sala de aula, o método de ensino Instrução por pares (PI) permite ao aluno aprender um com o outro. O objetivo do trabalho é desenvolver um sistema que forneça as mesmas capacidades da solução tecnológica denominada *clickers* que permita a implantação do método de instrução por pares de forma efetiva. Para o desenvolvimento deste trabalho, foram feitas várias pesquisas sobre assuntos relacionados a esse tema e após estudos bibliográficos resolveu-se fazer a aplicação para implementação do *peer instruction* baseado em sistema *web*, pois o seu acesso se dá muito mais fácil por meio de qualquer dispositivo móvel, bem como *notebooks*, *smartphones* e *tablets*. Uma vantagem sobre o desenvolvimento de um aplicativo móvel, pois este, além de ser específico para cada sistema operacional (*Android*, *IOS* e *Windows Phone*), não se pode acessar pelo computador. Através da aplicação na sala de aula o sistema é hábil no que foi proposto inserir questões e respostas dos alunos. Existe um método que existe e esse aqui o critério para avaliação foi que o sistema não perdeu nenhuma resposta. O sistema é livre de registros. Sendo assim o objetivo do trabalho foi alcançado.

Palavras-chave: Instrução por pares. Clickers. Web. Computador. Informação.

ABSTRACT

Technology is increasingly present in the classroom today. The teaching methods have adapted to this reality and use technology to your advantage. By offering the opportunity for students to have a subject of discussion in the classroom, the Instruction teaching method peer (PI) allows the student to learn from one another. The objective is to develop a system that provides the same capabilities called clickers technological solution to the instruction method of deployment by effectively peers. To develop this work, shapes made several studies on issues related to this topic and after bibliographical studies we decided to make the application for implementation of peer instruction web-based system because its access is much easier through any device mobile, as well as notebooks, smartphones and tablets. An advantage of the development of a mobile application, because this, besides being specific for each operating system (Android, iOS and Windows Phone), you can not access the computer. By applying in the classroom the system is skilled in what was proposed to insert questions and student responses. There is a method that exists and that here the criteria for assessment was that the system has not lost any response The system is free records. Thus the objective was achieved.

Keywords: Instruction by peers. Clickers. Web. Computer. Information

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Fluxograma da execução do método de instrução por pares.....	14
Figura 2	Diagrama de rede.....	17
Figura 3	Imagem gerada pelo teste.....	18
Figura 4	Modelagem do banco de dados.....	22
Figura 5	Diagrama de caso de uso.....	24
Figura 6	Arquitetura do sistema.....	25
Figura 7	Tela de cadastro de Universidade.....	26
Figura 8	Tela de cadastro de cursos.....	27
Figura 9	Tela de cadastro de lista de questões.....	28
Figura 10	Tela de cadastro de questão.....	29
Figura 11	Tela de cadastro de questão na visão do notebook.....	29
Figura 12	QRCode com o acesso à lista.....	30
Figura 13	Tela de seleção de lista.....	30
Figura 14	Tela de resposta de questão.....	31
Figura 15	Tela de acompanhamento de respostas.....	32
Figura 16	Tela de acompanhamento de resultados.....	32
Figura 17	Diagrama do banco de dados.....	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASTAH	Ferramenta de criação de diagrama UML
BOOTSTRAP	Site responsivo
CLICKER	Classroom Response System
HTML	Linguagem de marcação de hipertexto
JiTT	Just in Time Teaching
JSP	Java Server Pages
MER	Modelo de Entidades e Relacionamentos
PI	Instrução por pares
SGBD	Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados
TICs	Tecnologia de Informação e Comunicação
UNITINS	Fundação Universidade do Tocantins

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1 METODO DE INSTRUÇÃO POR PARES.....	13
2.1.1 <i>Clickers</i>	15
2.1.2 Arquitetura da aplicação.....	16
2.2 TOPOLOGIA DA REDE UTILIZADA NA SALA DE AULA.....	17
2.3 OBJETIVOS.....	19
2.3.1 Objetivo Geral.....	19
2.3.2 Objetivos Específicos.....	19
2.4 OBTENÇÃO DE RESPOSTAS.....	22
3 METODOLOGIA.....	20
4 MODELAGEM DO SISTEMA.....	22
4.1 ANÁLISE DE REQUISITOS.....	23
4.1.1 Requisitos Funcionais.....	23
4.1.2 Requisitos Não Funcionais.....	23
4.2 DIAGRAMA DE CASO DE USO.....	23
4.2.1 Arquitetura em 3 camadas.....	25
4.2.1.1 Front end.....	26
4.2.1.2 Controlador.....	33
4.2.2 Modelagem do banco de dados.....	33
5 RESULTADOS.....	35
5.1 PREPARAÇÃO PRÉ AULA.....	35
5.2 PREPARAÇÃO DO AMBIENTE DE TESTE.....	36
5.3 EXECUÇÃO DA AULA.....	36
5.4 MOMENTO DE BREVE EXPOSIÇÃO.....	36
5.5 TESTES.....	36
5.6 DESEMPENHO DO SISTEMA.....	37
6 CONCLUSÃO.....	38
REFERÊNCIAS.....	39

1 INTRODUÇÃO

A educação vem, ao longo dos tempos, sendo alvo de intensos debates e discussões. O sistema de ensino vem sendo criticado em razão do baixo nível de qualidade apresentado. Atualmente muitos educadores procuram entender e responder aos desafios da educação considerando somente os elementos da contemporaneidade. Numa época de crises e transformações não só nas esferas políticas e sociais como também nas científica e pedagógica, os processos de ensino objetivam viabilizar a aprendizagem a todos. A multiplicidade de sujeitos, saberes, espaços e tempos não pode ser secundarizada nas práticas escolares.

No método de ensino clássico, o professor é o guia do processo educativo e exerce uma espécie de “poder”. Tem como função transmitir conhecimento e informações, mantendo certa distância dos alunos. As avaliações são periódicas, por meio de provas, e medem a quantidade de informação que o aluno conseguiu absorver. As escolas que adotam o método de ensino tradicional preparam seus alunos para o vestibular desde o início do currículo escolar e enfatizam que não há como formar um aluno questionador sem uma base sólida, rígida e normativa de informação. Destaca-se nesta metodologia a importância que o conhecimento continua tendo na vida atual como meio de transformação do homem.

Existem correntes de ensino que se utiliza de métodos diferentes. Toda tem seus pontos fortes e suas falhas e nem sempre podem ser aplicadas de forma generalizada, pois cada disciplina tem suas peculiaridades. Também devemos levar em conta a realidade dos alunos, como a localização da escola, pois o contexto social influencia enormemente no grau de interesse dos alunos e em seus objetivos de estudo.

Na atualidade, o uso da informática parece ter se tornado uma necessidade plenamente justificável e cada vez mais recorrente. A tecnologia vem atingindo nossas vidas com uma expressividade muito grande. Como alternativa para o método de ensino clássico, a metodologia ativa com o uso de tecnologias de sistemas de informação TICs - Tecnologia de Informação e Comunicação que propicia uma comunicação eficiente integrando imagem, voz, transmissão de dados de forma instantânea que podem ser a utilização de clicker na metodologia de instrução por pares.

Muitos autores defendem a utilização de metodologias ativas como aprendizagem por pares como uma alternativa ao método tradicional (MARTINS et al., 2012; (KODJAOGLANIAN et al., 2003, p. 10) desde que a comunidade de alunos tenha um contexto social e um nível de desenvolvimento que permite essa iniciativa.

O trabalho se justifica visando defender a ideia de usar um sistema web simples onde o aluno não precisa gastar com equipamentos. A ideia de construir um software para implementar o método de instrução por pares, a ideia de fazer responsivo surgiu durante conversa com terceiros que estavam pesquisando a tecnologia. Para que os alunos possam perceber e refletirem sobre as possibilidades do uso da Informática, mais especificamente de ambientes mediados pela Web, como alternativas que podem romper com a forma tradicional de entender o processo de aprendizagem. Segundo Eric Mazur (2007, p1), Instrução por pares é uma estratégia institucional para engajar estudantes durante a aula por meio de um processo estruturado de questionamento que envolve cada estudante.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 MÉTODO DE INSTRUÇÃO POR PARES

O método de instrução por pares (PI) é uma técnica alternativa de ensino cuja finalidade é oferecer ao aluno uma experiência mais ativa em sala de aula. Essa metodologia foi proposta inicialmente pelo professor de Física Eric Mazur da Universidade Harvard.

O método é baseado em quatro etapas fundamentais. Primeira: o aluno é motivado a estudar previamente o conteúdo a ser trabalhado em sala de aula. Segundo: o professor faz uma breve exposição do tema. Terceiro: o professor verifica o percentual de alunos que supostamente entenderam os conceitos chaves. Quarta: se for verificado que um percentual aceitável de alunos assimilou os conceitos básicos, o professor segue para o próximo tópico, caso contrário, ele organiza uma discussão entre os alunos e reverifica.

A verificação do nível de conhecimento da turma sobre o assunto é geralmente realizada por um sistema informatizado. Caso um percentual muito alto da turma tenha uma avaliação pontual deficitária, então o professor prossegue para uma aula convencional. Objetivo da técnica PI é fazer com que o aluno estude previamente os conteúdos permitindo assim que ele participe ativamente de discussões sobre o assunto e assim melhore o entendimento dos conceitos estudados previamente, Schell (2013).

Para a utilização do método PI o professor inicialmente disponibiliza um texto ou um conteúdo específico para que o aluno tenha uma primeira exposição ao assunto a ser trabalhando na aula seguinte. Essa é a primeira fase na preparação de uma aula utilizando a técnica de instruções por pares. Logo, isso exige do professor que ele prepare a aula seguinte incluído os momentos de breve exposição do conteúdo didático, momento de discussões entre os alunos organizados em grupos e a avaliação do grau de compreensão dos alunos sobre o tema trabalho naquele dia de aula e eventualmente uma aula expositiva completa sobre o tema.

No dia marcado para a aula o professor do início a aula com uma breve explicação sobre o tema que os alunos estudaram a priori sozinhos ou em grupo. Na sequência o professor divide a turma em grupos e os encoraja a discutirem entre si, em cada grupo, o que cada um conhece sobre o assunto a ser trabalhando naquela aula. Dessa maneira o aluno passa ser mais ativo na aula e dado que ele já compreenda bem os conceitos sobre o assunto ele acaba sendo um multiplicador ou difusor de conhecimento e não apenas o professor. Partindo-se do pressuposto que todos os alunos tenham estudo previamente, logo, se um

aluno difundir um conceito que não seja correto existe boas chances de que outro aluno o corrija. Esta é a segunda fase, ou segunda parte da aula. Em outras palavras, temos o segundo momento da aula.

O terceiro momento da aula é marcado pela avaliação pontual da turma e não de um aluno específico. A avaliação consiste na apresentação pelo professor de questões de múltiplas escolhas. As questões são elaboradas de tal maneira que induza o aluno a pensar nas respostas com mais cuidado, elas não possuem alternativas dedutivas, mas as questões são propostas de forma a promover discussões entre os alunos por não ter a resposta tão óbvia. Após a exposição da questão, por meio de recursos tecnológicos audiovisuais, é dado à turma entre um e dois minutos para a resposta individual. A obtenção das respostas é feita através de uma solução informatizada para que de algum modo se garanta o anonimato e se reduza a influência que um aluno tem sobre outro.

Após a verificação das respostas individuais a aula é conduzida pelo professor de acordo com o percentual de respostas corretas conforme a Figura 1 abaixo.

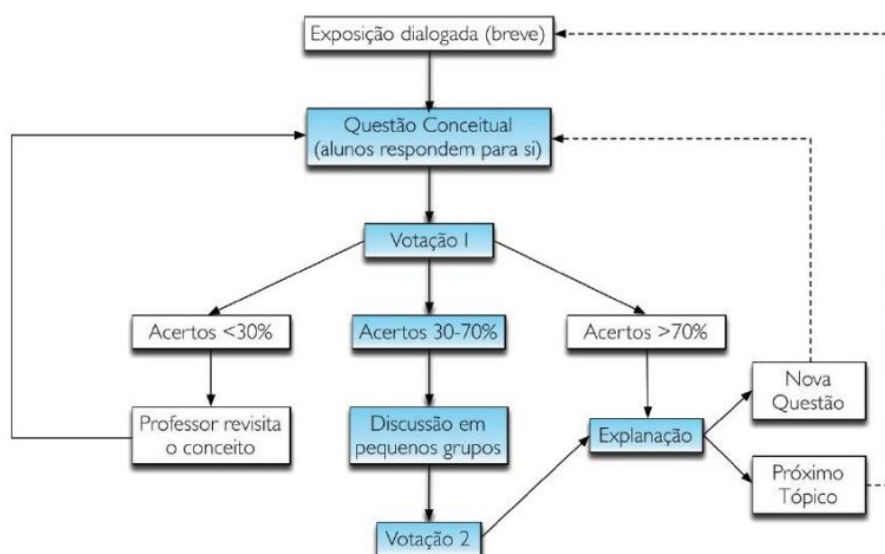


Figura 1 Fluxograma da execução do método de instrução por pares. Adaptado de (ARAUJO e MAZUR, 2013).

Uma vez que as respostas são obtidas três situações são possíveis. O desempenho da turma não atinge 30% de acertos. Diante, desse percentual o professor conduz a aula de forma a revisar todos os conceitos de maneira aprofundada e na sequência ele aplica novamente a avaliação.

Caso o percentual das respostas alcancem um percentual entre 30% e 70% de acertos o professor conduz os estudantes para que eles discutam entre si, com o seu colega ao lado ou em pequenos grupos. O objetivo principal é que o aluno discuta com o colega que

tem uma opinião diferente. Neste momento o professor circula pela sala de aula e sempre que achar necessário intervém de modo a coordenar as discussões entre os alunos. Após a discussão, então é realizada uma nova aplicação das questões.

Quando da aplicação de uma avaliação um percentual maior que 70% for atingido pela turma o professor conclui que o assunto foi assimilado satisfatoriamente pelos estudantes e uma explanação breve sobre outro tópico da aula é conduzida pelo professor.

Alguns estudiosos da área de educação, como os trabalhos de (HOEKSTRA, 2008) (citar outros) defendem que métodos como o PI propiciam um ambiente mais produtivo de aprendizado. Porém, não é objetivo deste trabalho fazer uma reflexão ou demonstrar que o método de instrução por pares é mais eficiente que as metodologias convencionais. Nossa proposta é apenas fornecer uma solução informatizada para a visualização das questões e coleta das respostas utilizando dispositivos eletrônicos convencionais como projetores multimídia, computadores portáteis, Smartphones ou Tablets utilizando-se apenas o aplicativo navegador web como front-end.

2.1.1 Clickers

A solução original para a coleta das respostas dos alunos do método de instrução por pares são os Clickers®. Clickers® é uma marca registrada pela empresa *Turning Technologies* que inclui um sistema eletrônico capaz de apresentar aos alunos as questões, coletar as respostas e fornecer ao professor as estatísticas da turma em tempo real por meio de software dedicado que o professor pode instalar em seu computador pessoal.

Nas primeiras versões dos clickers a parte física era composta de um receptor que então é conectado ao computador do professor e múltiplos transmissores, um para cada aluno. A comunicação entre transmissores e receptores inicialmente era unidirecional por meio de infravermelho e a apresentação das questões era feita no projetor multimídia. Nas versões atuais a comunicação entre os aparelhos, *clickers*®, nas mãos dos alunos e o software de controle no computador do professor é bidirecional e realizada através de radiofrequência. Outra denominação, talvez mais apropriada para clickers seja um dispositivo para verificar as respostas dos alunos. Tradução não literal do termo usando em inglês *A Simple Audience Response Device*.

Para o funcionamento do sistema de *clicker*® é necessária a instalação de um software no computador do professor que geralmente está conectado a um sistema de projeção multimídia. Dessa forma, no momento da verificação do entendimento dos alunos

sobre o tema em evidencia naquela parte da aula, o professor projeta uma ou um conjunto de questões no sistema de projeção e ativa o sistema *clickers*® que pode ser do tipo sofisticado como o **ResponseCard RF LCD** da *Turning Technologies* (ref1) no qual o aluno seleciona as questão e responde uma a uma, porém, tal sistema permite um conjunto máximo de 12 questões. A atividade da turma é monitorada em tempo real e uma serie de estatísticas são apresentadas ao professor pelo software de controle e processamento dos dados recebidos dos dispositivos em posse dos alunos.

Como o acesso a este tipo de tecnologia em nosso pais é difícil surgiu a ideia de implementar uma solução baseada exclusivamente em software sem a necessidade de um hardware dedicado. A ideia principal é utilizar como dispositivo de verificação de respostas qualquer aparelho inteligente que o aluno já disponha como um computador portátil, um smartphone ou um tablete capaz de executar um navegador web simples. Onde acrescentaríamos obrigatoriamente na sala de aula um roteador wi-fi e, opcionalmente acrescentaríamos outro computador caso o professor apresente alguma restrição a instalação do software da camada de aplicação no computador pessoal. Detalhes da arquitetura de rede para a comunicação entre os dispositivos serão apresentados no próximo tópico.

2.1.2 Arquitetura da aplicação

As aplicações desenvolvidas atualmente, com programação orientada a objeto, são bem complexas e torna-se necessária a separação entre os dados trabalhados e o que é mostrado para o usuário. Desta forma os dados não são afetados pelas manipulações feitas no layout e os layouts não sofrem alterações enquanto os dados são manipulados. Esse padrão, chamado de MVC (*Model-view-controller*) (*Modelo visão controlador*), resolve este problema separando as tarefas de acesso aos dados e lógica de negócio e a lógica de apresentação e interação com o usuário por meio do controlador, que faz a comunicação entre os dois.

Neste modelo o *Controller* age como uma interface entre o *Model* e o *View* e intercepta todas as requisições. O *Model* representa o estado da aplicação, ou seja, o modelo de negócios representado, por exemplo, pelo banco de dados. Finalmente o *View* é a apresentação para o usuário por meio, por exemplo, da interface de usuário (*User Interface*).

2.2 TOPOLOGIA DA REDE UTILIZADA NA SALA DE AULA

Para a aplicação do sistema em sala de aula foi criada uma rede *wireless* para facilitar o acesso dos alunos ao servidor da aplicação. Para isso foi ligado um roteador *wireless* TP-Link TL WR841N.

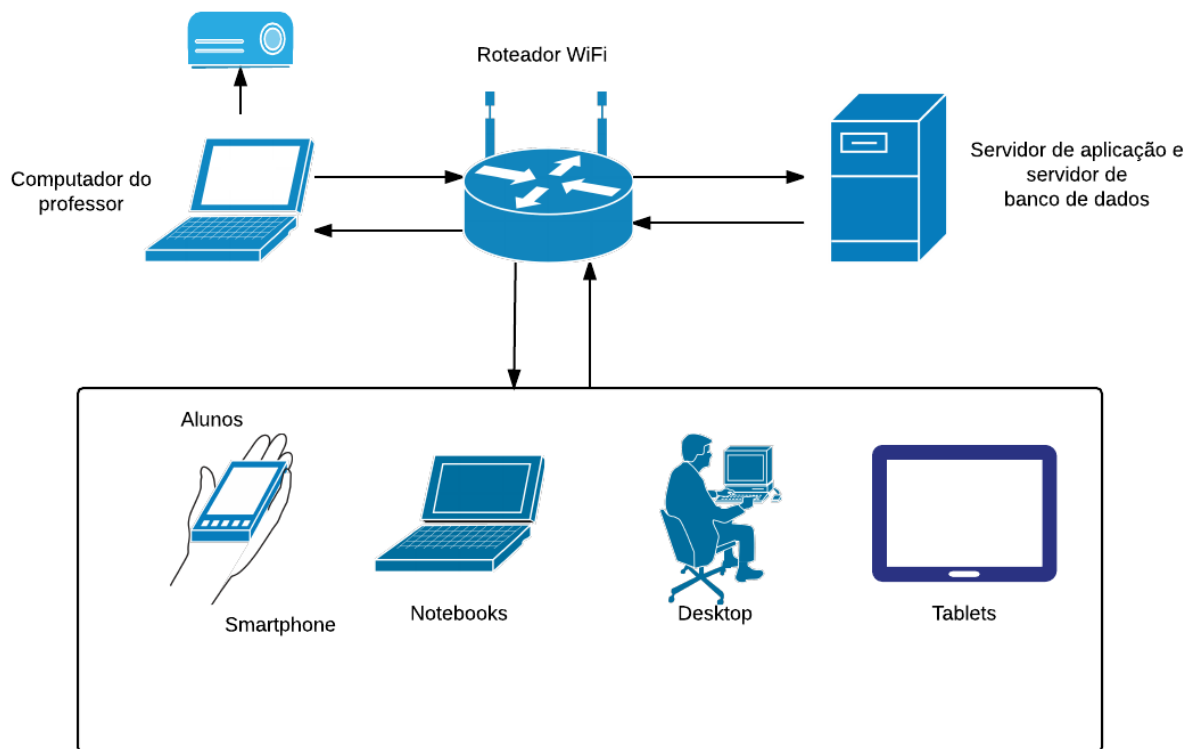


Figura 2 - Diagrama de rede

Para o servidor de aplicação foi usado o servidor web o Apache Tomcat 8.0.27, instalado em um notebook Itaotec com 8GB de memória e processador Core i3. Neste mesmo computador foi instalado servidor de banco de dados MySQL gerenciado pelo programa MySQL Workbench 6.3 CE.

O computador do professor, também conectado à rede criada, é ligado a um projetor para que possa mostrar as perguntas feitas aos alunos e também o gráfico das respostas obtidas. Nada impede que o próprio computador onde o servidor de aplicação e o servidor de banco de dados estejam instalados seja o próprio computador do professor.

Os alunos fazem acesso à aplicação por Smartphones, notebooks, desktops ou tablets. Basta que eles tenham acesso wireless ao roteador.

O servidor gera o endereço para acesso incluindo o IP da máquina, esse endereço pode ser digitado no navegador no aluno ou ser lido por uma imagem QRCode.



Figura 3 - Imagem gerada pelo teste

Com o QrCode o aluno faz o acesso diretamente ao link fornecido pelo professor, acessando assim a lista disponibilizada.

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 Objetivos gerais

O objetivo deste trabalho é desenvolver um sistema que forneça as mesmas capacidades da solução tecnológica denominada *clickers* que permita a implantação do método de instrução por pares de forma efetiva.

2.3.2 Objetivos específicos

- Substituir o hardware dedicado *clickers*® por dispositivos convencionais como Smartphones, Tablets, Laptops e computadores para coleta das respostas dos alunos na utilização do método de ensino PI;
- Apresentar uma solução de menor custo e de mesma eficiência quando comparado com a solução tradicional *clickers*®;
- Construir uma solução fácil de manter e de fácil extensão dos recursos.

3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram feitas várias pesquisas sobre assuntos relacionados a esse tema, tais como, banco de dados, desenvolvimento em JSP¹, *Bootstrap*² bem como a própria metodologia de ensino *Peer Instruction*. O acesso a essa fonte de informação se deu por meio de livros e principalmente consulta a artigos publicados na internet.

Após os estudos bibliográficos, decidiu-se fazer a aplicação para implementação do *peer instruction* baseado em sistema *web*, pois o seu acesso se dá muito mais fácil por meio de qualquer dispositivo móvel, bem como *notebooks*, *smartphones* e *tablets*. Uma vantagem sobre o desenvolvimento de um aplicativo móvel, pois este, além de ser específico para cada sistema operacional (*Android*, *IOS* e *Windows Phone*), não se pode acessar pelo computador.

O levantamento de requisitos da aplicação será feito após os estudos bibliográficos. Com os requisitos prontos o próximo passo será o desenvolvimento dos diagramas UML utilizando o software *Astah Community*. O *MySQL*³ *workbench* vai ser utilizado para a modelagem do banco de dados do sistema.

Para a implementação da aplicação, foi escolhido o ambiente de desenvolvimento NetBeans IDE 8.1, utilizando a linguagem JSP (Java Server Pages), utilizando como servidor web o Apache Tomcat 8.0.27, já incluso na instalação da IDE. O armazenamento de dados será feito utilizando-se o banco de dados MySQL.

O equipamento utilizado para o desenvolvimento deste projeto vai ser um notebook Itautec com 8GB de memória e processador Core i3. O projeto vai ser desenvolvido em casa e no laboratório de Hardware da Fundação Universidade do Tocantins.

Serão realizados testes em sala de aula na Fundação Universidade do Tocantins, com o professor Marco Antônio, na disciplina de Sistema de Informação.

¹ JavaServer Pages (JSP) é uma tecnologia que ajuda os desenvolvedores de software a criarem páginas web geradas dinamicamente baseadas em HTML, XML ou outros tipos de documentos. Lançada em 1999 pela Sun Microsystems, JSP é similar ao PHP, mas usa a linguagem de programação Java. Para implantar e executar Java Server Pages, um servidor web compatível com um container servlet, como Apache Tomcat, Jetty ou Glassfish, é requerido. Por ser baseada na linguagem de programação Java, tem a vantagem da portabilidade de plataforma, que permite a sua execução em diversos sistemas operacionais, como o Windows da Microsoft, Unix e Linux. Esta tecnologia permite ao desenvolvedor de páginas para Internet produzir aplicações que acessem o banco de dados, manipulem arquivos no formato texto, capturem informações a partir de formulários e capturem informações sobre o visitante e sobre o servidor. Uma página criada com a tecnologia JSP, depois de instalada em um servidor de aplicação compatível com a tecnologia Java EE, é transformada em um Servlet banco.

² Bootstrap utilizado para tornar o site responsivo, ou seja, acessível em qualquer dispositivo.

³ O MySQL é um sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD), que utiliza a linguagem SQL (Linguagem de Consulta Estruturada, do inglês *Structured Query Language*) como interface. É atualmente um dos bancos de dados mais populares, com mais de 10 milhões de instalações pelo mundo

As Ferramentas a serem utilizadas serão: Tecnologia e ferramentas usadas pelo sistema Apache Tomcat 8.0.27 - Servidor Web; *Astah* - Ferramenta de criação de diagramas *UML*; *Bootstrap* - Facilidade para a criação de sites responsivos; HighCharts – Biblioteca escrita em JavaScript para criação de gráficos interativos; *HTML* - Linguagem de marcação de hipertexto utilizada para exibição do sistema pelos browsers; Java Script - Linguagem de script utilizada em páginas web; SQL - Linguagem de pesquisa declarativa padrão para banco de dados relacional; JSP - Linguagem interpretativa livre, usada para desenvolvimento de sistemas web cliente/servidor capaz de gerar conteúdo dinâmico no World Wide Web e MySQL *workbench* 6.3 CE- Aplicativo de criação e gerenciamento de banco de dados.

4 MODELAGEM DO SISTEMA

Neste capítulo será descrito as fases do desenvolvimento do trabalho como: levantamento dos requisitos do sistema, modelagem do banco de dados proposta para o sistema de instrução por pares, apresentando também os diagramas de caso de uso, arquitetura do sistema e apresentando o problema que visa ser solucionada através das funcionalidades que serão demonstradas no tópico implementação web.

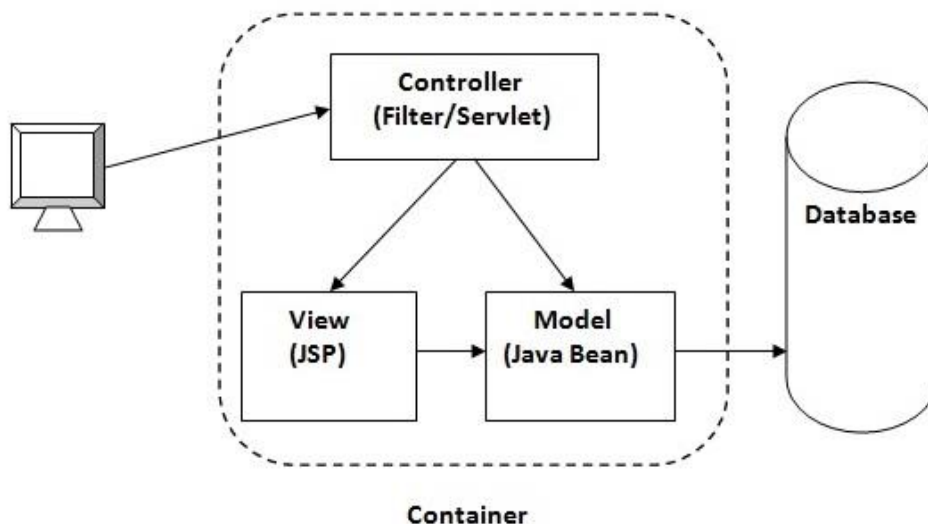


Figura 4 – Modelagem do banco de dados

A arquitetura do sistema é demonstrada na figura 6, a aplicação, que está em um servidor junto ao banco de dados, é acessada pelo usuário via rede local, as informações e ou mensagens são realizadas através de request/response, no caso o browser solicita um pedido de requisição e o servidor verifica o pedido e retorna à resposta solicitada. O usuário realiza ações no sistema como: cadastro de usuário, universidade, curso, disciplina, tópico de disciplina além de fazer *login*, inserir questões, ativar lista, responder lista e acompanhar resultados. A aplicação, por sua vez gerencia e retorna as informações necessárias para o usuário.

Para realizar o desenvolvimento da aplicação, após feita a abordagem relacionada a arquitetura do sistema de instrução por pares, faz-se necessário o levantamento de requisitos, sendo elucidado no seguinte tópico.

4.1 Análise de Requisitos

A análise de requisitos combina elementos de resolução de problemas, elaboração, negociação e especificação. Envolve capacidades que o software deve possuir para que o

usuário possa alcançar um objetivo mediante as restrições dos componentes do sistema. Os Requisitos Funcionais são os descritos abaixo:

4.1.1 Requisitos Funcionais

- RF01 - O sistema deve permitir o registro de usuário;
- RF02 - O sistema deve permitir ao usuário autenticar no sistema;
- RF03 - O sistema deve permitir ao usuário cadastrar universidade
- RF04 - O sistema deve permitir ao usuário cadastrar curso
- RF05 - O sistema deve permitir ao usuário cadastrar disciplina
- RF06 - O sistema deve permitir ao usuário cadastrar tópico da disciplina
- RF07 - O sistema deve permitir ao usuário cadastrar lista
- RF08 - O sistema deve permitir ao usuário cadastrar questão em uma lista cadastrada
- RF09 - O sistema deve permitir ao usuário ativar lista
- RF10 - O sistema deve permitir ao usuário selecionar lista ativa para responder
- RF11 - O sistema deve permitir ao usuário responder questão da lista
- RF12 - O sistema deve permitir ao usuário pular para próxima questão da lista
- RF13 - O sistema deve permitir ao usuário refazer questão da lista

4.1.2 Requisitos não funcionais

- RNF01- O sistema deve possuir segurança para evitar o uso por pessoas não cadastradas no sistema;
- RNF02- O sistema deve registrar no banco de dados todos os cadastros realizados no sistema;
- RNF03- O sistema deve utilizar a linguagem Java (Jsp);
- RNF04- O sistema deve utilizar o banco de dados MySQL;
- RNF05- O sistema deve ter uma interface de fácil interação com o usuário.
- RNF06- O sistema deve ser responsivo para uso em diversos tamanhos de tela.

4.2 Diagrama de caso de uso

O diagrama de casos de uso é usado para descrever o que o sistema deverá fazer ou para descrever um sistema já existente, podendo mostrar como o sistema se comporta em

várias situações que podem ocorrer durante sua operação. Deve representar todas as funcionalidades que o software deverá possuir. Naturalmente, por funcionalidade, subentende-se macro procedimentos que tenham um objetivo completo dentro do contexto geral.

Por meio dessa modelagem pode-se ter um contexto de como será o funcionamento do sistema, sem se preocupar com a implementação do mesmo. Trata-se de um primeiro nível de abstração acerca do sistema.

Levando em consideração os requisitos levantados e analisados, teremos dois atores responsáveis para a execução das funcionalidades do sistema: professor e aluno. Na figura 5 é apresentado o diagrama de caso de uso do sistema de instrução por pares.

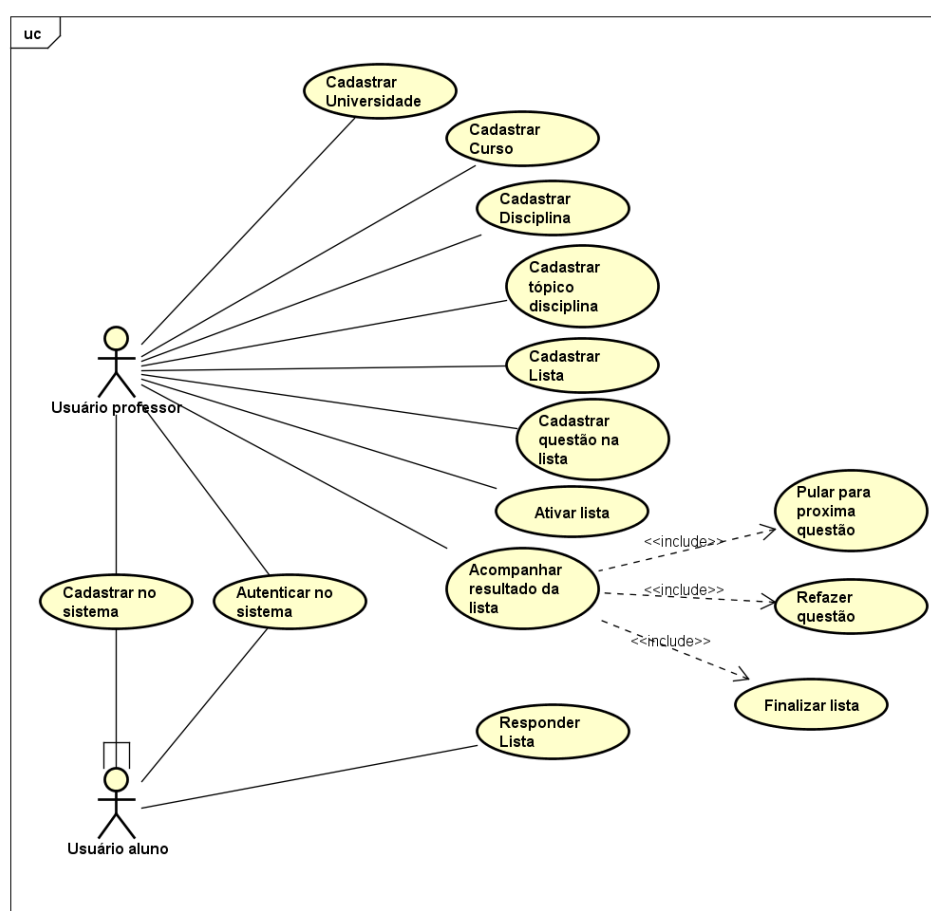


Figura 5 - Diagrama de caso de uso

O ator Usuário professor executa as seguintes funcionalidades: cadastrar usuário no sistema, autenticar no sistema, cadastrar universidade, cadastrar curso, cadastrar disciplina, cadastrar tópico disciplina, cadastrar lista, cadastrar questão na lista, ativar lista, acompanhar resultado da lista, pular para próxima questão, refazer questão e finalizar lista.

O ator Usuário aluno, além de também cadastrar usuário no sistema (aluno) e autenticar no sistema, também tem a funcionalidade de responder lista.

4.2.1 Arquitetura em 3 camadas

O sistema foi desenvolvido dentro do modelo 3 camadas (*3-tier*) que permite que a aplicação seja dividida em vários computadores em uma rede distribuída, embora nessa aplicação

Como o sistema foi desenvolvido em JSP, dividirei essas camadas da seguinte maneira:

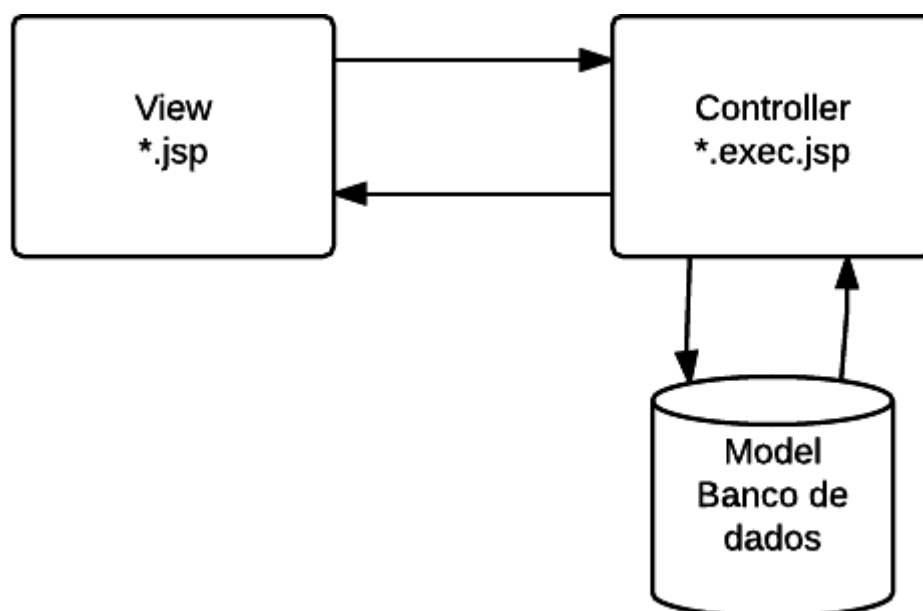


Figura 6 - Arquitetura do sistema

A camada responsável pela interface (*View*) do usuário possui os arquivos .jsp, onde são geradas as telas do usuário a partir dos dados fornecidos pelo (*Controller*) onde estão contidos os arquivos .exec.jsp. Esses arquivos da camada Controller fazem a ligação entre a camada (*Model*) e a camada (*View*). Essa ligação entre o controller e o model é feita pelo driver *JDBC* que é gerenciado pelo *Mysql-Jdbc driver connector*. A camada *model*, que trata do modelo de negócio, nesse caso é responsável pelo banco de dados, fazendo a inserção e consulta de dados requisitados pela camada *Controller*.

Desta maneira, um cadastro de curso, por exemplo, se dá da seguinte maneira:

A página fornecida pelo arquivo CadastroCurso.jsp que faz parte da camada *View* faz a requisição das universidades no banco de dados, camada *Model*, por meio do arquivo

CadastroCurso.exec.jsp que pertence à camada *Controller*. Esse arquivo processa os dados consultados no banco de dados e os fornece ao usuário novamente onde ele poderá selecionar a Universidade onde o curso será inserido. Uma vez inserido o curso, esse percurso é feito novamente dessa vez para inserir o curso no banco de dados.

4.2.1.1 Front end

Nesta seção trataremos sobre a camada de apresentação, que é a parte do sistema visível para o usuário. Nessa camada são geradas as telas do usuário a partir dos dados buscados no sistema. Cada tela tem o seu arquivo .jsp que faz a requisição para o controller (*.exec.jsp) que por sua vez busca no banco de dados os dados requisitados e os coloca na tela do usuário. Abaixo mostrarei algumas telas responsivas do sistema acessadas tanto pelo celular quanto pelo smartphone. Bootstrap é o HTML, CSS, e um quadro mais popular JS para o desenvolvimento, primeiros projetos móveis que respondem na web. Highcharts é utilizado para Criar gráficos interativos facilmente para seus projetos web. Usado por dezenas de milhares de desenvolvedores e 72 das 100 maiores empresas do mundo, Highcharts é o mais simples API de gráfico ainda mais flexível no mercado.



The screenshot shows a mobile web browser interface. At the top, the address bar displays '192.168.1.161:8084/PeerInstru'. Below the address bar, there is a dark header with the text 'Instrução por pares' and a hamburger menu icon. The main content area has a title 'Cadastro de Universidade'. Below the title, there are three form fields: 'Universidade:' with a text input containing 'Unitins', 'Observações:' with a text area containing 'Campus Palmas unidade presencial', and 'Estado:' with a dropdown menu showing 'Tocantins'. At the bottom of the form is a 'Cadastrar' button. The mobile interface includes standard status bar icons at the top and Android navigation icons at the bottom.

Figura 7 - Tela de cadastro de Universidade

Na tela de cadastro de universidade o usuário professor insere os dados referentes à universidade.



The screenshot displays a mobile application interface for course registration. At the top, a status bar shows the time as 09:53 and various connectivity icons. Below this, a browser address bar contains the URL '192.168.1.161:8084/PeerInstru'. The main header of the app is 'Instrução por pares' with a hamburger menu icon to its right. The title of the current screen is 'Cadastro de Cursos'. The form consists of three dropdown menus: 'Curso:' with 'Sistemas de Informação' selected, 'Universidade' with 'Unitins - TO' selected, and 'Área' with 'Exatas' selected. A 'Cadastrar' button is positioned below the 'Área' dropdown. The bottom of the screen shows the standard Android navigation bar with back, home, and recent apps icons.

Figura 8 - Tela de cadastro de cursos

Na tela de cadastro de cursos o usuário professor insere os dados referentes ao curso desejado, esse curso estará ligado à universidade previamente cadastrada.

Peer Instruction - Mozilla Firefox

Peer Instruction

localhost:8084/PeerInstruction/cadastroLista.jsp

Pesquisar

Instrução por pares Cadastrar Ativar Lista

Professor Girafalles

Cadastro de Lista de questões

Nome da lista

Lista de exercicios 05/04/16

Professor

Professor Girafalles

Universidade:

Unitins

Curso:

Sistemas de Informação

Cadastrar Curso

Disciplina:

Desenvolvimento Web

Cadastrar Disciplina

Tópico:

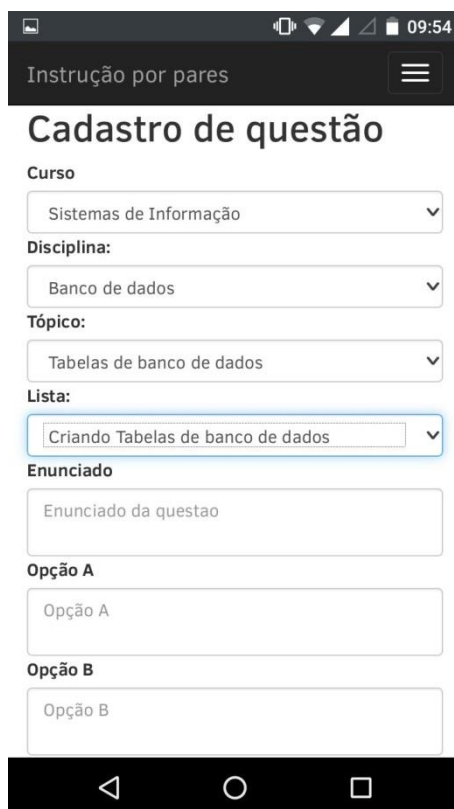
MVC

Cadastrar Topico

Cadastrar

Figura 9 - Tela de cadastro de lista de questões.

Nesta tela, o usuário professor cadastra uma lista de questões, essa lista será cadastrada mediante prévio cadastramento de Universidade, Curso, Disciplina e Tópico disciplina. Caso o usuário não tenha cadastrado um desses campos previamente ou não o encontre, poderá cadastrar nesta mesma tela clicando na opção desejada.



Instrução por pares

Cadastro de questão

Curso
Sistemas de Informação

Disciplina:
Banco de dados

Tópico:
Tabelas de banco de dados

Lista:
Criando Tabelas de banco de dados

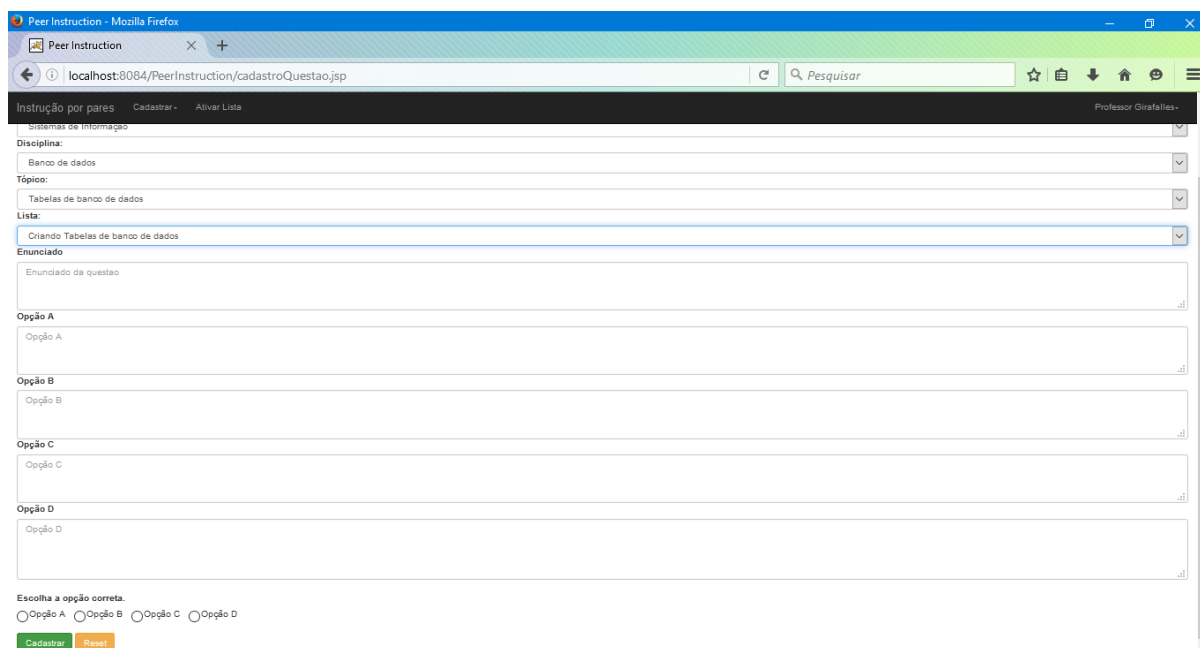
Enunciado
Enunciado da questao

Opção A
Opção A

Opção B
Opção B

Figura 10 - Tela de cadastro de questão

Na tela de cadastro de questão, o usuário professor insere as questões referentes à lista selecionada, são inseridos o enunciado e as respostas possíveis, além da opção de resposta certa.



Peer Instruction - Mozilla Firefox

Peer Instruction

localhost:8084/PeerInstruction/cadastroQuestao.jsp

Instrução por pares

Cadastrar - Ativar Lista

Professor Girafalles

Curso: Sistemas de Informação

Disciplina: Banco de dados

Tópico: Tabelas de banco de dados

Lista: Criando Tabelas de banco de dados

Enunciado
Enunciado da questao

Opção A
Opção A

Opção B
Opção B

Opção C
Opção C

Opção D
Opção D

Escolha a opção correta.

☐ Opção A ☐ Opção B ☐ Opção C ☐ Opção D

Cadastrar Reset

Figura 11- Tela de cadastro de questão na visão do *notebook*.

Todas as telas do sistema podem ser acessadas de qualquer dispositivo que contenha acesso à internet e navegador. Na tela acima temos uma tela acessada pelo *notebook*. Após a inserção das questões o professor ativa a lista para que os alunos possam responder.



Figura 12 - Qr Code com o acesso à lista.

O sistema fornece o qrcode com acesso à lista de exercício onde o aluno pode facilmente acessar com o seu smartphone, o professor pode disponibilizar o endereço da lista para que o aluno também possa acessá-la.

A screenshot of a mobile application interface. At the top, a status bar shows the time as 10:09. Below it, a browser address bar displays '192.168.1.161:8084/PeerInstru'. The main header is 'Instrução por pares' with a hamburger menu icon. The title 'Responder Lista' is centered. Below it, the instruction 'Selecione a Lista' is followed by four dropdown menus: 'Curso' (Sistemas de Informação), 'Disciplina:' (Banco de dados), 'Tópico:' (Tabelas de banco de dados), and 'Lista:' (Criando Tabelas de banco de dados). A blue 'Responder Lista' button is at the bottom. The Android navigation bar is visible at the very bottom.

Figura 13 - Tela de seleção de lista

Nesta tela o aluno seleciona a lista previamente ativada pelo professor e clica na opção responder onde lhe será fornecida posteriormente a tela com a questão da referida lista.

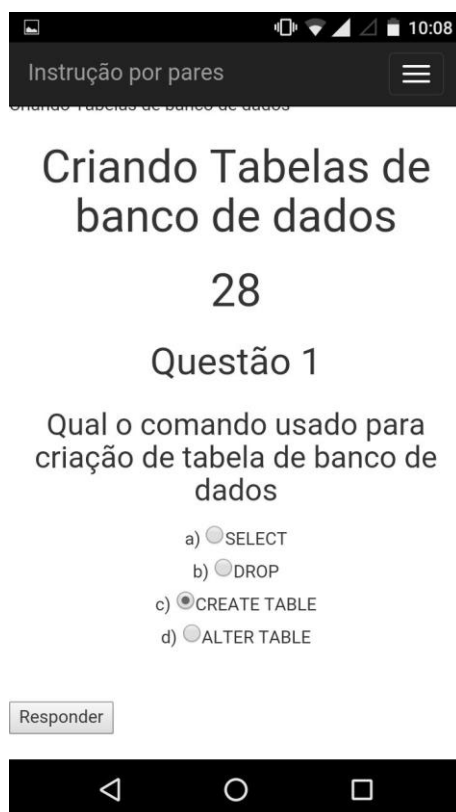


Figura 14 - Tela de resposta de questão

Na tela de resposta de questão o usuário aluno tem a questão disponibilizada e as opções de resposta, uma vez respondida a questão ele aguarda a liberação da próxima questão de acordo com o procedimento da metodologia *Peer Instruction*.

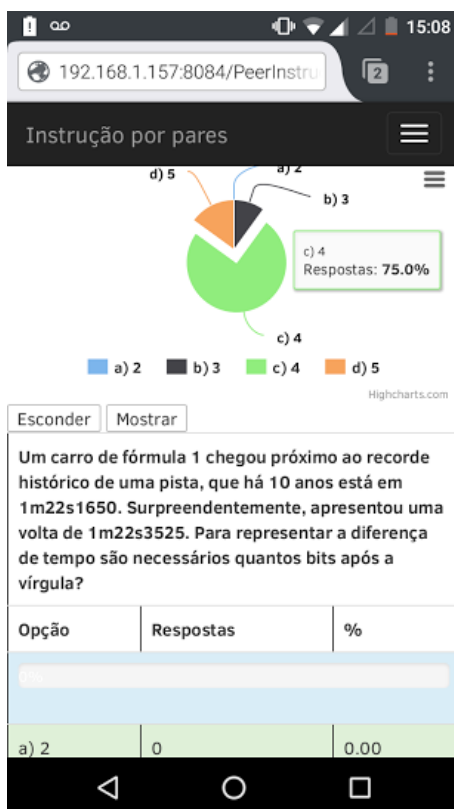


Figura 15 - Tela de acompanhamento de respostas.

À medida que os alunos vão respondendo as questões disponibilizadas, o professor consegue verificar a porcentagem de alunos que respondeu e o número de questões corretas.

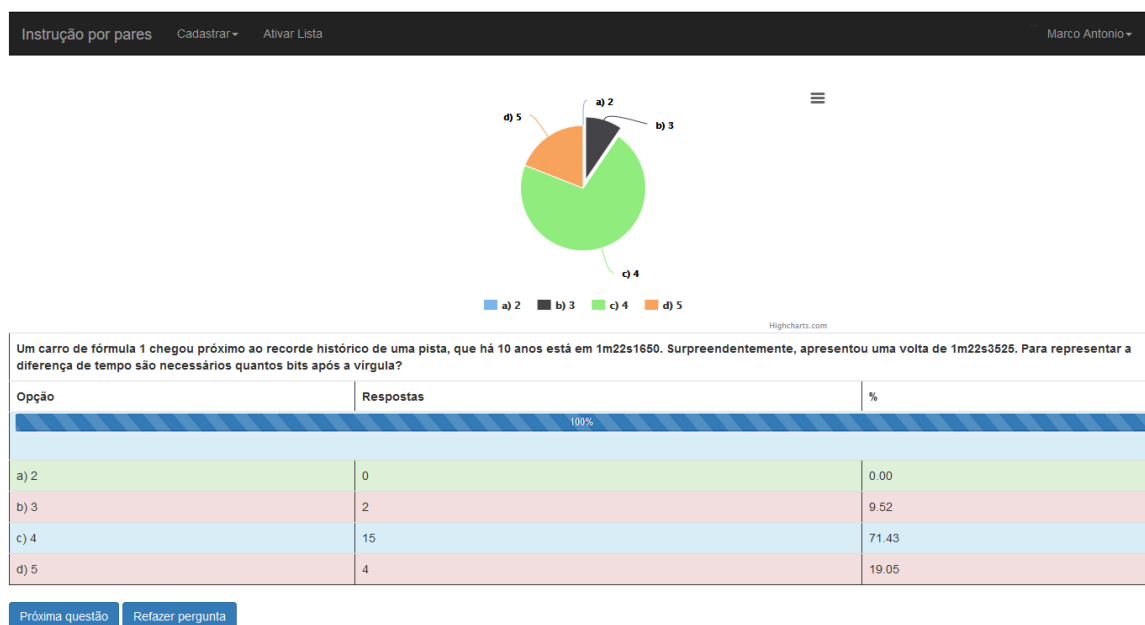


Figura 16 - Tela de acompanhamento de resultados

Esta tela de obtenção de resultados também oferece a opção de próxima questão e de refazer a questão atual. Uma vez que o professor ative a próxima questão, o aluno terá disponível no celular a opção de responder próxima questão.

4.2.1.2 Controlador

Nesta camada, temos os arquivos *.exec.jsp, esses arquivos fazem a comunicação entre a camada View e o modelo de negócios, representado pelo banco de dados. Geralmente não geram telas para o usuário, mas sim, fazem o intermédio tornando os dados consultados no banco de dados acessíveis aos usuários na camada View.

Essa camada também é acessada dinamicamente pela View por meio de métodos Ajax, que fazem essas requisições sem mudança de página, o que torna a interação do usuário mais ágil e agradável.

4.2.2 Modelagem do banco de dados

O banco de dados do sistema foi elaborado de tal modo que supra a necessidade central do projeto, ou seja, armazenar os dados dos usuários (alunos e professores), as universidades com os respectivos cursos, disciplinas e tópicos das disciplinas bem como a lista de exercícios, suas questões e as respostas dos alunos.

O banco de dados do sistema é formado por um conjunto de 17 tabelas. A estrutura do banco de dados permite ao usuário o melhor armazenamento dos dados necessários e a interação com os dados inseridos como questões e respostas.

A Figura 18 apresenta-se o diagrama desse banco de dados, elaborado através da ferramenta MySQL WorkBench.

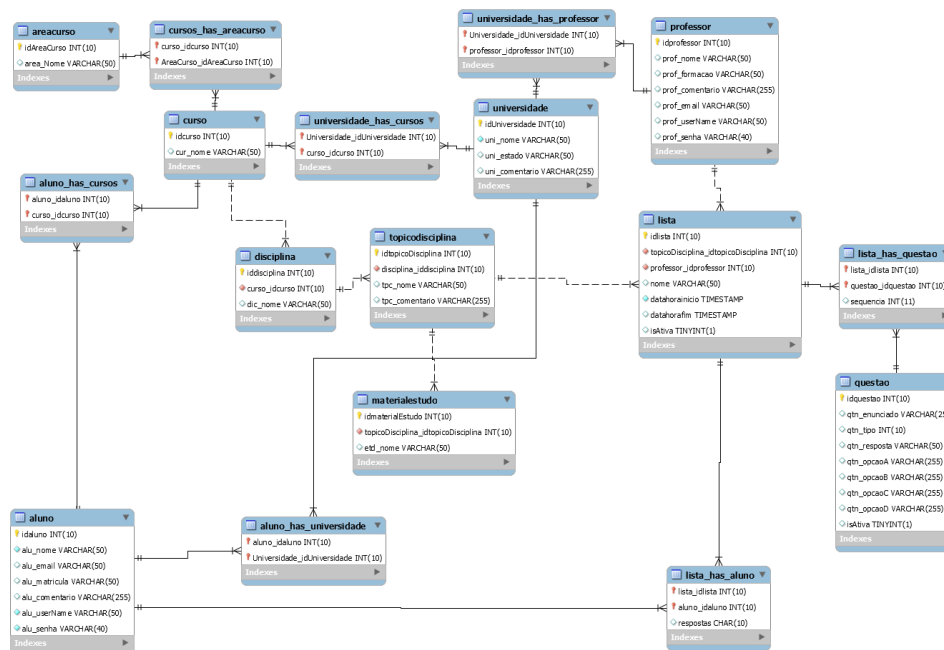


Figura 17 – Diagrama do banco de dados

Neste modelo, temos além das tabelas que servem para armazenar dados padrões de usuários, universidade, curso, disciplina e tópico disciplina, temos algumas tabelas que são peças fundamentais no modelo tratado. As tabelas lista, questão, professor e aluno fazem a lógica principal do propósito do sistema. A tabela lista possui um campo *isAtiva* que na interação com o *View* indicará se a lista está ou não ativa e poderá ser alterada pelo usuário professor. Já na tabela *questao*, o campo *isAtiva* controla a questão ativa dentro da lista. Essa atribuição deixa a questão disponível ou não para o usuário aluno responder à questão da lista.

5 RESULTADOS

Nesta seção serão apresentados os procedimentos e resultados do teste realizado em sala de aula.

5.1 Preparação pré-aula

Os testes em sala de aula foram feitos na Fundação Universidade do Tocantins, com o professor Marco Antônio, na disciplina de Fundamentos da computação, do 2º semestre do curso de Sistemas de informação. A turma continha 25 alunos e a matéria estudada na ocasião era Aritmética computacional.

Foi explicado para os alunos na aula anterior sobre esse teste e passado o material a ser estudado para a resposta das questões na sala de aula.

O professor cadastrou previamente no sistema as questões, direcionadas para o teste. Foram elaboradas 3 questões pertinentes à matéria que foi disponibilizada para os alunos. As questões foram as seguintes:

Questão 1 - Um carro de fórmula 1 chegou próximo ao recorde histórico de uma pista, que há 10 anos está em 1m22s1650. Surpreendentemente, apresentou uma volta de 1m22s3525. Para representar a diferença de tempo são necessários quantos bits após a vírgula?

- a) 2 b) 3 c) 4 d) 5

Resposta certa: d

Questão 2 - Suponha que você possui em seu bolso 2 moedas de 1 real, 1 de 25 centavos, 3 de 10 centavos, 3 de 5 centavos e 5 de 1 centavo. O valor total em seu bolso é possível de ser representado em ponto flutuante considerando o espaço de 8 bits? Apresente o valor.

- a) 01101011 b) 00111011 c) 01111011 d) 01011011

Resposta certa: d

Questão 3 - Suponha que você possui em seu bolso 2 moedas de 1 real, 1 de 25 centavos, 3 de 10 centavos, 3 de 5 centavos e 5 de 1 centavo. Considerando o valor anterior em moedas, suponha que pagou uma conta no valor de 01011010, qual é o seu troco?

- a) R\$ 2,25 b) R\$ 0,25 c) R\$ 5,00 d) R\$ 1,25

Resposta certa: b.

5.2 Preparação do ambiente de teste

O sistema foi disponibilizado para acesso por meio do servidor Apache Tomcat 8.0.27, no próprio computador, os alunos fizeram acesso através do roteador modelo TP-Link TL WR841N segundo mostrado em topologia da rede utilizada.

A organização do equipamento foi feita facilmente no início da aula sem mais problemas por se tratar de um procedimento de fácil execução.

Dentre os alunos participantes, 4 (quatro) usaram notebooks, 2 (dois) usaram *Tablets* e 15 (quinze) usaram *smartphones*, sendo que desses 15 (quinze), 2 (dois) eram sistema operacional Windows *Phone*, 1 (um) era IOS, 4 (quatro) alunos não participaram e os demais usavam sistema operacional Android.

5.3 Execução da aula

Antes da apresentação das questões, foi explicado como seria o procedimento de instrução por pares. Os alunos, já cientes da metodologia, acessaram o roteador que tinha o sinal disponibilizado para a sala de aula. A rede disponível pelo roteador wireless era a PeerInstruction e a senha era Unitins.

Uma vez dentro da rede, os alunos fizeram acesso ao sistema por meio do endereço 192.168.0.101:8084/PeerInstruction/Index.jsp, esse endereço também foi disponibilizado via qrCode do qual a maior parte dos alunos fez uso para fazer o acesso.

O cadastro no sistema foi feito sem nenhum problema, já que os dados necessários para o mesmo (nome, curso, universidade e email) são de simples memorização.

5.4 Momento de breve exposição

Após o cadastro de cada aluno, foi feita uma breve exposição do material estudado, cerca de 10 minutos sem aprofundar muito na matéria.

5.5 Testes

O teste foi iniciado com as apresentações das questões, os alunos verificavam o enunciado da questão pelo projetor ou celular. Foi feito o acompanhamento pelo professor em seu próprio Smartphone do andamento do teste. Assim que todos os alunos responderam à questão o professor deu início às discussões.

5.6 Desempenho do sistema

A aplicação foi testada entre 08h30min e 09h50min da manhã com a participação de todos os alunos, que conseguiram responder as respostas com sucesso, seja pelo smartphone, tablet ou notebooks. O professor, por meio do seu smartphone deu andamento nas próximas questões com êxito. Não houve qualquer problema de conexão ao sistema e a lista de questões foi finalizada satisfatoriamente.

6 CONCLUSÃO

Através da aplicação na sala de aula o sistema foi capaz de receber o cadastro dos alunos e professores que o acessaram por meio de tablets, smartphones, notebooks e computadores sem mais problemas. Assim como no sistema de clickers, o sistema desenvolvido foi capaz de obter a resposta de todos os alunos bem como permitir ao professor a verificação das respostas para a continuidade da aula. Esse foi o critério de avaliação e o sistema executou o que foi proposto perfeitamente.

REFERÊNCIAS

AARON SAMS, et al. **Flip Learning**. 2014. Disponível em: <http://flippedlearning.org/cms/lib07/VA01923112/Centricity/Domain/46/FLIP_handout_FN_L_Web.pdf>

ARAUJO, I.S, MAZUR, E. **Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de física**, Cad. Bras. Ens. Física, Agosto 2013.

BARBIERI Carlos. **Modelagem de Dados**. IBPI Press Rio de Janeiro 2004

BLIKSTEIN, P. **O mito do mau aluno e porque o Brasil pode ser o líder mundial de uma revolução educacional**. 25 jul. 2010. Disponível em: . Acesso em: 15 jul. 2013.

BRASIL. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC; SEMTEC, 2012.

BUTCHART, S; HANDFIELD, T; RESTALL, G. et al. Using Peer Instruction to teach Philosophy, Logic and Critical Thinking. **Teaching Philosophy**, v. 32, n. 1. p. 1-40. 2009.

CROUCH, Catherine H. WATKINS, Jessica. FAGEN, Adam P. MAZUR, Eric. **Peer Instruction: Engaging students one-on-one, all at once**, in Reviews in Physics Education Research, Ed. E.F. Redish and P. Cooney. (American Association of Physics Teachers, College Park, MD, 2007).

CROUCH, C.H.; MAZUR, E. Peer Instruction: Ten years of experience and results. **American Journal of Physics**, v. 69, n. 9, p. 970-977. 2001.

CUMMINGS, K.; ROBERTS, S. G.; HENDERSON, C.; SABELLA, M.; HSU, L. A Study of Peer Instruction Methods with High School Physics Students. **Physics Education Research Conference**, Edmonton, Canada. vol. 1064 of PER Conference. p. 103-106. 2008.

FAGEN, A. P; CROUCH, C. H. Peer Instruction: Results from a Range of Classrooms. **The Physics Teacher**, v. 40, n. 4, p. 206-209. 2002.

KODJAOGLANIAN, V. L.; BENITES, C. C. A.; MACÁRIO, I.; LACOSKI, M. C. E. K.; ANDRADE, S. M. O.; NASCIMENTO, V. N. A.; MACHADO, J. L. Inovando métodos de ensino- -aprendizagem na formação do psicólogo. **Psicologia: Ciência e Profissão**. Brasília, v. 23, n. 1, p. 2-11, mar. 2003.

MARTINS, J. C. A.; MAZZO, A.; BAPTISTA, R. C. N.; COUTINHO, V. R. D.; GODOY, S.; MENDES, I. A. C.; TREVIZAN, M. A. A experiência clínica simulada no ensino de enfermagem: retrospectiva histórica. **Acta Paulista de Enfermagem**. São Paulo, v. 25, n. 4, p. 619-625, 2012

MATTAR, João. **Metodologias Ativas no Processo de Ensino e Aprendizagem**. 2012. Disponível em: . Acesso em: 09 jun. 2016.

MAZUR, E. **Peer instruction**: A user's manual. Pap/Dskt ed. [S.l.] Prentice Hall, Inc., 2007.

MAZUR, E.; SOMERS, M. D. **Peer instruction: A user's manual**. Upper Saddle River, N.J. Prentice Hall, 2007. 253 p.

MAZUR, E.; WATKINS, J. Using JiTT with Peer Instruction. **In: Just in Time Teaching Across the Disciplines**. Ed. Scott Simkins and Mark Maier, p. 39-62, 2009.

MÜLLER, M. G.; BRANDÃO, R. V.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Implementação do método de ensino Peer Instruction com o auxílio dos computadores do projeto UCA em aulas de Física do Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, p. 491-524. 2012.

NOVAK, G. MIDDENDORF, J. <http://www.julieschell.com/speaking> **What works** – a pedagogy Just-in-time Teaching. 2004. Disponível em: <http://www.pkal.org/documents/Novak_Just-in-time-teaching.pdf>

NOVAK, G. M. **Just-In-time teaching: blending active learning with web technology**. Upper Saddle River, N. J. Prentice Hall, 1999. 188 p.

PALHARINI, Cristiano. **Peer Instruction** – Uma Metodologia Ativa para o Processo de Ensino e Aprendizagem. 2012. Disponível em: . Acesso em: 09 jun. 2016.

REIS, Fábio Garcia. “**Peer instruction**”: uma proposta para a inovação acadêmica. Out. 2011. Disponível em. Acesso em: 9 jun. 2016.

RETTIG, M. The play of young children with visual impairments: Characteristics and interventions. **Journal of Visual Impairment & Blindness**, 88(5), 410–420, 1994.

RIBEIRO, R. de C. **A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma implementação na educação em engenharia**. Tese (Doutorado) – UFSC, Florianópolis, 2005.

SHELL, Julie. **Instrução pelos Colegas para iniciantes**: o que é Instrução pelos Colegas. Trad. Maykon Müller. 2013. Disponível em: . Acesso em: 09 jun. 2016.

SOMMERVILLE, Ian **Engenharia de Software**, 8ª Edição, São Paulo, Editora Pearson Addison, 2007

SOMMERVILLE, Ian. **Software Engineering**, 9ª Edição, Boston Massachusetts, Editora Pearson, 2011

TANENBAUM, A. **Modern Operating Systems**. Massachusetts Addison. Wesley, 2004.

Sites Consultados:

http://mazur.harvard.edu/sentFiles/Mazur_263828.pdf

(ref1) <https://www.turningtechnologies.com/response-solutions/responsecard-rf-lcd?silos=he>