

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS - CCT
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO
MESTRADO EM COMPUTAÇÃO APLICADA**

MÁRCIO JOSÉ MANTAU

**ANÁLISE DE REQUISITOS DE PERCEPÇÃO EM
GROUPWARES MÓVEIS SÍNCRONOS**

JOINVILLE

2013

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS - CCT
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO
MESTRADO EM COMPUTAÇÃO APLICADA**

MÁRCIO JOSÉ MANTAU

**ANÁLISE DE REQUISITOS DE PERCEPÇÃO EM
GROUPWARES MÓVEIS SÍNCRONOS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada do Centro de Ciências Tecnológicas da Universidade do Estado de Santa Catarina, para a obtenção do Grau de Mestre em Computação Aplicada.

Orientador: Profa. Dra. Carla Dia-cui Medeiros Berkenbrock

JOINVILLE

2013

M291a Mantau, Márcio José
Análise de requisitos de percepção em groupwares móveis
síncronos / Márcio José Mantau. - 2013.
150 p. : il. ; 21 cm

Orientadora: Carla Diacui Medeiros Berkenbrock
Bibliografia: p. 95-104
Dissertação (mestrado) - Universidade do Estado de Santa
Catarina, Centro de Ciências Tecnológicas, Mestrado em
Computação Aplicada, Joinville, 2013.

1. Computação Aplicada. 2. Engenharia de software 3.
Requisitos de desenvolvimento 4. Percepção 5. Visualização e
filtragem 6. Groupware móvel I. Berkenbrock, Carla Diacui
Medeiros. II. Universidade do Estado de Santa Catarina.
Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada. III.
Título.

CDD: 005.1 - 20.ed.

MÁRCIO JOSÉ MANTAU

ANÁLISE DE REQUISITOS DE PERCEPÇÃO EM

GROUPWARES MÓVEIS SÍNCRONOS

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Acadêmico em Computação Aplicada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Computação Aplicada na área de concentração “Ciência da Computação”.

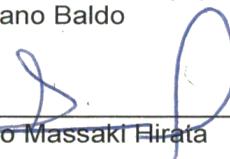
Banca Examinadora

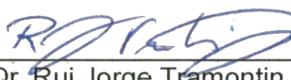
Orientador:


Profa. Dra. Carla Diacui Medeiros Berkenbrock
CCT/UDESC

Membros


Prof. Dr. Fabiano Baldo
CCT/UDESC


Prof. Dr. Celso Massaki Hirata
ITA


Prof. Dr. Rui Jorge Tramontin Junior
CCT/UDESC

Joinville, SC, 29 de novembro de 2013.

A meu pai Lindomar Mantau.
À minha mãe Magrit Mantau.

AGRADECIMENTOS

À minha professora orientadora, Dra. Carla Diacui Medeiros Berkenbrock, pela confiança, apoio e dedicação ao longo da realização deste trabalho.

À minha família, em especial aos meus pais, Lindomar Mantau e Magrit Mantau, por todo apoio e incentivo.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada, em especial Dr. Marco Aurélio Wehrmeister, Dra. Avanilde Kemczinski, Dr. Cristiano Damiani Vasconcellos, Dr. Marcelo da Silva Hounsell, por compartilharem sua sabedoria.

Ao professor Dr. Gian Ricardo Berkenborck, pelo apoio necessário para a realização dos estudos.

*Antes de falar, ouça.
Antes de agir, pense.
Antes de criticar, conheça.
E antes de desistir, tente.*

– Anônimo

RESUMO

MANTAU, Márcio J. **Análise de Requisitos de Percepção em Groupwares Móveis Síncronos.** 150p. Dissertação de Mestrado (Mestrado Acadêmico em Computação Aplicada - Área: Engenharia de Software) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada, Joinville, 2013.

Este trabalho investiga técnicas de visualização e filtragem de informações de percepção em *groupwares* móveis. Considera-se que as limitações dos dispositivos móveis, em especial sua dimensão de tela reduzida, dificultam a apresentação e a manipulação das informações. A pesquisa foi fundamentada adaptando o jogo colaborativo de perguntas e respostas intitulado *Warming Up The Brain*. O método de pesquisa utilizado foi a pesquisa-ação. Foram realizados dois ciclos da pesquisa. No primeiro ciclo, foram empregadas técnicas de visualização de informações de percepção no jogo colaborativo, a saber, visão periférica, teleapontadores, lista de participantes, ícones representativos/avatars, e cores. No segundo ciclo, foram empregadas técnicas de filtragem de informação de percepção, considerando informações de contexto do usuário, a saber, informações sobre o grupo, dimensão e orientação da tela dos dispositivos, e preferências individuais. Com base na filtragem das informações de percepção foi possível construir uma interface WYSIWIS (o que você vê é o que eu vejo) sensível ao contexto. Desta forma, o jogo colaborativo ajusta automaticamente o conteúdo apresentado na interface com base nas informações contextuais – reconfiguração automática. O jogo foi utilizado por 41 alunos de três grupos distintos. Para avaliar as técnicas de visualização e filtragem de informações de percepção foi definido um conjunto de 24 requisitos para o desenvolvimento de *groupwares* móveis. Com base neste conjunto de requisitos é possível avaliar a usabilidade das técnicas de visualização e filtragem em função de quatro aspectos principais: a apresentação das informações de percepção; o desempenho das tarefas colaborativas; as necessidades dos usuários; e as características dos dispositivos móveis.

Palavras-chave: Requisitos de desenvolvimento. Percepção. Visualização e filtragem. Groupware móvel.

ABSTRACT

MANTAU, Márcio J. **Analysis of Awareness Requirements for Synchronous Mobile Groupwares.** 150p. Master thesis (Academic Master's Degree in Applied Computing - Area: Software Engineering) – Santa Catarina State University. Postgraduate Program in Applied Computing, Joinville, SC, Brazil, 2013.

This work investigates techniques for visualization and filtering of awareness information in mobile groupwares. We are concerning about mobile devices limitations, especially its reduced screen dimension that complicates the presentation and manipulation of information. The research was based on a collaborative game of questions and answers entitled *Warming Up The Brain*. The research method used was the action-research. We performed two cycles of research. In the first cycle, we applied visualization techniques of awareness information in a collaborative game, such as peripheral view, telepointers, list of participants, representative icons/avatars, and colors. In the second cycle, were applied filtering techniques of awareness information, considering user context information, such as information about the group, screen size, device orientation, and individual preferences. Based on the filtering techniques it was possible to build an WYSIWIS context-aware interface (What You See Is What I See) interface. Thus, the collaborative game automatically adjusts the content displayed on the screen based on contextual information - automatic reconfiguration. The game was used by 41 students from three different groups. To evaluate visualization and filtering of awareness information, we defined a set of 24 requirements for mobile groupware development. Based on this set of requirements, it is possible to evaluate the usability of techniques for visualization and filtering of awareness information in four main aspects: the presentation of the awareness information, performance of collaborative tasks, users needs, and mobile devices features.

Keywords: Development requirements. Awareness. Visualization and filtering. Mobile groupware.

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 Ciclo da pesquisa-ação	43
Figura 4.2 Telas do jogo por Berkenbrock (2009).....	44
(a) Matriz perguntas	44
(b) Tela questão	44
(c) Notificações	44
Figura 4.3 Tela lista de participantes	48
Figura 4.4 Tela <i>chat</i>	49
Figura 4.5 Tela quadro de questões	50
Figura 4.6 Elementos de percepção nas questões	51
Figura 4.7 Filtragem das informações do jogo.....	53
(a) Jogo visualizado pelo Time A	53
(b) Jogo visualizado pelo Time B	53
Figura 4.8 Exemplo mensagem <i>toast</i> da aplicação.....	54
Figura 4.9 Ajuste automático com base na orientação.....	71
(a) Orientação vertical para <i>smartphone</i>	71
(b) Orientação horizontal para <i>tablet</i>	71
Figura 4.10 Filtragem na tela quadro de questões	72
(a) Filtragem padrão para <i>tablet</i>	72
(b) Filtragem padrão para <i>smartphone</i>	72
Figura 4.11 Filtragem na tela lista de participantes	73
(a) Filtragem padrão para <i>tablet</i>	73
(b) Filtragem padrão para <i>smartphone</i>	73
Figura 4.12 Menu principal do jogo.....	74
Figura 4.13 Tela quadro de questões	76
Figura 4.14 Tela terminal.....	77
Figura 4.15 Tela de configurações do jogo.....	78
Figura 4.16 Tela quadro de questões com filtragem personalizada ..	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Classificação tempo-espacô de <i>groupwares</i>	5
Tabela 2.2	Comparativo entre SO para dispositivos móveis.....	15
Tabela 2.3	Características dos trabalhos relacionados	20
Tabela 2.4	Correlação dos trabalhos com esta dissertação	21
Tabela 3.1	Técnicas de visualização de informações de percepção	24
Tabela 3.2	Classificação dos sistemas sensíveis ao contexto.....	28
Tabela 3.3	Requisitos levantados	31
Tabela 3.4	Métricas de avaliação.....	39
Tabela 3.5	Rastreabilidade requisitos vs. métricas	40
Tabela 4.1	Possíveis status do participante.....	47
Tabela 4.2	Possíveis <i>status</i> de uma questão	52
Tabela 4.3	Tipos de percepção utilizados na interface	55
Tabela 4.4	Técnicas de visualização de informações de percepção utilizadas na interface.....	56
Tabela 4.5	Sumário da avaliação Ciclo 1	65
Tabela 4.6	Sumário da avaliação Ciclo 2	85

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CSCW	Computer-Supported Cooperative Work	6
CSCL	Computer-Supported Collaborative Learning.....	6
5W+1H	Quem? O que? Quando? Onde? Por quê? Como? ...	12
SO	Sistema Operacional.....	14
PDA	Personal Digital Assistant	14
WYSIWIS	What You See Is What I See.....	25
WYSIWID	What You See Is What I Do.....	25
EA-Icon	Emotional Awareness Icon	26
RA	Requisito de Percepção (awareness).....	33
RT	Requisito da Tarefa/ambiente.....	35
RU	Requisito de Usuário.....	36
RD	Requisito do Dispositivo	37
M	Métrica de avaliação.....	38
J2ME	Java 2 Micro Edition	44
J2SE	Java 2 Standard Edition	57
API	Application Programming Interface	57
POO	Disciplina de Programação Orientada a Objetos.....	57
BDES	Grupo de Pesquisa de Banco de Dados e Engenharia de Software	57
TEES-SC	Tópicos Especiais em Engenharia de Software - Siste- mas Colaborativos	80

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Ambiente de estudo	2
1.2 Objetivos	3
1.3 Estrutura do documento	4
2 REVISÃO DA LITERATURA	5
2.1 Groupware, CSCW e CSCL	5
2.2 Percepção	7
2.2.1 Benefícios da percepção	7
2.2.2 Desafios da percepção	8
2.2.3 Tipos de percepção	9
2.3 Percepção e contexto	12
2.4 Computação móvel	13
2.4.1 Características da computação móvel	13
2.4.2 Plataformas móveis	14
2.5 Trabalhos relacionados	16
2.5.1 Considerações sobre os trabalhos relacionados	18
3 VISUALIZAÇÃO E FILTRAGEM	23
3.1 Técnicas de visualização de informações de percepção	23
3.1.1 Técnicas de visualização aplicáveis a <i>groupwares</i> móveis	26
3.2 Filtragem de informações com base no contexto	27
3.3 Requisitos para desenvolvimento de <i>group-wares</i> móveis	29
3.3.1 Quadro de requisitos	30
3.3.2 Requisitos de percepção (Awareness)	33
3.3.3 Requisitos da tarefa/ambiente	35
3.3.4 Requisitos de usuário	36
3.3.5 Requisitos do dispositivo	37
3.3.6 Métricas de avaliação	38
3.3.7 Rastreabilidade requisito vs. métricas	40
4 METODOLOGIA	41
4.1 Ciclos da pesquisa-ação	42
4.2 Ciclos realizados	43
4.3 Ciclo 1	44
4.3.1 Diagnosticar	45

4.3.2	Planejar ação	46
4.3.3	Intervir	57
4.3.4	Avaliar	58
4.3.4.1	Resultados coletados (métricas)	58
4.3.4.2	Análise dos resultados (requisitos)	62
4.3.4.3	Síntese dos resultados	65
4.3.5	Refletir	67
4.4	Ciclo 2	68
4.4.1	Diagnosticar	68
4.4.2	Planejar ação	69
4.4.3	Intervir	80
4.4.4	Avaliar	81
4.4.4.1	Resultados coletados (métricas)	81
4.4.4.2	Análise dos resultados (requisitos)	84
4.4.4.3	Síntese dos resultados	85
4.4.5	Refletir	86
5	CONCLUSÃO	89
5.1	Limitações da pesquisa	91
5.2	Principais Contribuições	92
5.3	Trabalhos futuros	93
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		95
APÊNDICE A - PUBLICAÇÕES REALIZADAS		105
APÊNDICE B - FOLHA DE INSTRUÇÕES DO JOGO NO CICLO 1		107
APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO APLICADO		113
APÊNDICE D - FOLHA DE INSTRUÇÕES DO JOGO NO CICLO 2		119
APÊNDICE E - TERMO DE CONSENTIMENTO DO CICLO 2		125

1 INTRODUÇÃO

A crescente utilização de dispositivos móveis, tais como *smartphones*, *tablets*, computadores portáteis, associada às novas formas de comunicação sem fio, traz novas possibilidades de interação entre os usuários. Estes avanços permitem utilizar dispositivos móveis em aplicações colaborativas, como sistemas de *groupware* (BERKENBROCK, 2009). Sistemas de *groupware* são sistemas baseados em computador que permitem que duas ou mais pessoas trabalhem em uma tarefa comum (ELLIS; GIBBS, 1992).

Um aspecto importante em ambientes colaborativos é a percepção ou *awareness*. Por meio da percepção é possível reconhecer, organizar e encontrar sentido para os estímulos recebidos do ambiente no qual estamos (STERNBERG; MIO, 2006). Neste contexto, a percepção é utilizada para assegurar que as atividades individuais estejam de acordo com os objetivos do grupo, bem como para possibilitar o processo de colaboração do grupo. Sem a percepção dos outros envolvidos, não há possibilidade de trabalho coletivo, o grupo será apenas um conjunto incoerente de peças isoladas (BREZILLON et al., 2004b). A percepção das tarefas individuais e do grupo é crítica para o sucesso do processo de colaboração (DOURISH; BELLOTTI, 1992).

A apresentação das informações de percepção em sistemas colaborativos é importante para garantir que os usuários tenham a consciência das ações dos demais. Essas informações também são usadas para diminuir a sensação de isolamento, reduzir conflitos, inconsistências e contradições, possibilitar medir a qualidade do próprio trabalho, além de facilitar o processo de colaboração (SANTOS; TEDESCO; SALGADO, 2011). Em dispositivos móveis, em especial os com tamanho de tela reduzido, tem-se limitada a quantidade de informação que pode ser apresentada simultaneamente ao usuário, sem sobrecarregá-lo.

Do mesmo modo que a falta de informações de percepção em interfaces colaborativas pode ser prejudicial, existem outros problemas que devem ser considerados ao utilizar elementos de percepção: *i*) a sobrevida de informações – deve-se evitar apresentar grande quantidade de informação ao usuário; *ii*) a intrusividade – o sistema não deve perturbar ou tirar a atenção do usuário; *iii*) privacidade – as informações do usuário devem estar seguras, e o usuário deve ter a possibilidade de

visualizar quais informações estão sendo compartilhadas e quem pode ter acesso a elas (SANTOS; TEDESCO; SALGADO, 2011).

Interfaces colaborativas devem se preocupar ainda com questões como segurança, controle de acesso, a junção dos trabalhos individuais e do grupo, junção de trabalhos síncronos e assíncronos, e assim por diante (GREENBERG, 1997).

O principal problema encontrado é como apresentar as informações de percepção, considerando questões como sobrecarga de informação, intrusividade e privacidade do usuário. Por um lado tem-se a necessidade de prover os aspectos de percepção para o usuário. Por outro lado, têm-se os desafios oriundos da percepção aliados às limitações dos dispositivos móveis. Para garantir que as informações sejam apresentadas de forma não intrusiva e sem sobrecarregar a interface do usuário é necessário o emprego de técnicas de filtragem de informações, de modo a apresentar apenas as informações relevantes para o usuário.

1.1 AMBIENTE DE ESTUDO

O presente trabalho é realizado no contexto de um jogo colaborativo móvel intitulado de *Warming Up The Brain*. O jogo foi proposto por Berkenbrock (2009). Este jogo é formado por uma matriz onde cada uma das células representa uma questão. Os participantes são divididos em duas equipes e o objetivo principal do jogo é responder o máximo de questões no menor tempo. Ao final, vence a equipe que obtiver a maior pontuação. Ao longo do jogo, os participantes estão livres para interagir (i.e. trocar ideias, discutir pontos de vista, resolver conflitos, traçar estratégias).

Contudo, a primeira versão do jogo *Warming Up The Brain* apresenta alguns problemas. Quanto aos aspectos de percepção, o jogo não apresenta quais são os integrantes das equipes, bem como não permite visualizar o que cada um dos participantes está fazendo e em que parte do jogo está trabalhando. Não há a possibilidade de visualizar informações sobre o desempenho individual de cada um dos participantes da equipe, por exemplo, quantas questões cada um já visualizou, quantas questões ele já respondeu (correta ou incorretamente) bem como a pontuação individual do participante.

Quanto aos aspectos de colaboração (modelo 3C de colaboração – Comunicação, Coordenação, e Cooperação), o jogo não disponibiliza ferramentas de comunicação para os grupos, o que dificulta a interação entre os participantes e aumenta a sensação de isolamento.

Este trabalho está organizado em duas etapas principais. Inicialmente busca-se solucionar os problemas identificados por Berkenbrock (2009), relacionados à visualização das informações de percepção em *groupwares* móveis. No segundo momento, estuda-se técnicas de filtragem de informações de percepção com a finalidade de evitar a sobrecarga das informações de percepção apresentadas.

De modo a avaliar a aplicabilidade das técnicas de visualização e filtragem das informações de percepção apresentadas no jogo, foi elaborado um conjunto de requisitos para o desenvolvimento de *groupwares* móveis. Os requisitos levantados neste trabalho, são classificados em quatro grupos: requisitos de percepção; requisitos da tarefa/ambiente; requisitos de usuário; e requisitos dos dispositivos.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral da pesquisa é definir um conjunto de requisitos de suporte à visualização e filtragem de informações de percepção que auxiliem o desenvolvimento de *groupwares* móveis, considerando que a dimensão reduzida da tela dos *smartphones* dificulta a manipulação das informações. Os objetivos específicos são:

- Analisar e selecionar requisitos para desenvolvimento de ferramentas colaborativas móveis, em especial as com dimensões de tela reduzidas;
- Definir um conjunto de métricas que permitam avaliar os requisitos elicitados;
- Verificar a eficácia das técnicas de visualização e filtragem por meio dos requisitos selecionados;
- Determinar formas de trabalhar com a noção de contexto, de modo a adaptar as aplicações colaborativas para as condições e limitações de cada usuário;
- Adaptar a ferramenta colaborativa *Warming Up The Brain* de acordo com as técnicas de visualização e filtragem de informações levantadas.

1.3 ESTRUTURA DO DOCUMENTO

O presente trabalho está organizado da seguinte forma. O Capítulo 2 apresenta a revisão da literatura, contextualizando *groupware*, CSCW, CSCL, percepção, contexto, computação móvel, e uma síntese dos trabalhos da literatura relacionados com a presente pesquisa. O Capítulo 3 apresenta as técnicas de visualização e filtragem de informações de percepção, bem como um conjunto de requisitos e métricas utilizados para avaliar as técnicas de visualização e filtragem. O Capítulo 4 apresenta a metodologia utilizada ao longo da pesquisa, bem como dois ciclos de pesquisa realizados para avaliar, através dos requisitos e métricas, as técnicas de visualização e filtragem de informações. O Capítulo 5 apresenta as considerações finais da pesquisa e os trabalhos futuros.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo são apresentados os conceitos relacionados com a pesquisa desenvolvida. Este capítulo está organizado da seguinte forma. A Seção 2.1 apresenta os conceitos de *groupware*, CSCL, CSCW e sistemas colaborativos. A Seção 2.2 apresenta o conceito de percepção; benefícios da percepção em sistemas colaborativos (Seção 2.2.1); desafios em prover informações de percepção (Seção 2.2.2); tipos de percepção apresentados na literatura (Seção 2.2.3). A Seção 2.3 correlaciona os conceitos de percepção e contexto. A Seção 2.4 apresenta os conceitos relacionados com a computação móvel, suas características (Seção 2.4.1), e as principais plataformas móveis existentes no mercado (Seção 2.4.2). A Seção 2.5 apresenta uma análise dos trabalhos relacionados com esta dissertação.

2.1 GROUPWARE, CSCW E CSCL

Groupwares são sistemas baseados em computadores que suportam duas ou mais pessoas engajadas numa tarefa comum (ou objetivo) e que fornecem uma interface para um ambiente compartilhado (ELLIS; GIBBS, 1992).

Ellis, Gibbs e Rein (1991) apresentam uma classificação para os sistemas *groupwares* baseando na relação tempo-espacó conforme apresentado na Tabela 2.1. Nesta classificação considera-se **quando** (mesmo tempo ou tempos diferentes) e **onde** (mesmo local ou local diferente) a interação ocorre. Quando o trabalho colaborativo é realizado no mesmo local e tempo, é classificado como interação face-a-face ou ambiente colocalizado.

Tabela 2.1 – Classificação tempo-espacó de *groupwares*
(ELLIS; GIBBS; REIN, 1991)

	Mesmo tempo	Tempo diferente
Mesmo local	interação face-a-face	interação assíncrona
Local diferente	interação síncrona distribuída	interação assíncrona distribuída

Sala de reuniões é um exemplo de interação face-a-face, um editor *online* é um exemplo de interação síncrona distribuída, um quadro de avisos é um exemplo de interação assíncrona, e um correio eletrônico é um exemplo de interação assíncrona distribuída.

A área conhecida como ***Computer-Supported Cooperative Work*** (CSCW) – trabalho cooperativo apoiado por computador – estuda como grupos de pessoas trabalham e como a tecnologia (especialmente computadores) pode ser projetada para suportar este trabalho (ELLIS; GIBBS; REIN, 1991). CSCW é um campo multidisciplinar, pois utiliza conhecimentos de diversas áreas (i.e. psicologia, antropologia, educação) para investigar como grupos de pessoas se relacionam e como desenvolvem suas atividades de forma colaborativa (COSTA; PIMENTEL, 2011).

Aprendizado colaborativo (*collaborative learning*) é o engajamento mútuo dos participantes em coordenar seus esforços para resolver seus problemas em conjunto (ROCHELLE; TEASSLEY, 1995). A chave para o aprendizado colaborativo é a interação social, tanto no processo cognitivo (i.e. discussão, raciocínio, reflexão, pensamento crítico, e senso comum) quanto no processo social (i.e. desenvolvimento de relacionamentos afetivos positivos, sentimentos de coerência e confiança, e criação de um sentimento de comunidade) (PHELLIX et al., 2010). Este processo permite que os membros do grupo conheçam e compreendam uns aos outros, gerando uma comunidade de aprendizado sadia (GUANAWARDENA, 1995).

A área ***Computer-Supported Collaborative Learning*** (CSCL) – aprendizado colaborativo apoiado por computador – é um ramo de estudo concentrado em estudar como as pessoas podem apreender juntas e como os computadores podem auxiliar nesta tarefa (KOSHMAN; SUTHERS, 2006). Em ambientes CSCL, geralmente é difícil obter informações sobre o que os outros estão fazendo, se eles estão disponíveis para comunicar ou interagir, o que os demais sabem sobre a tarefa atual, o que os membros do grupo irão fazer na sequência (GUTWIN; STARK; GREENBERG, 1995). Nestes problemas é que concentra os estudos de percepção em ambientes CSCL (JANSSEN; ERKENS; KIRSHNER, 2011).

O termo **Sistemas Colaborativos** é adotado no Brasil para designar tanto *groupware* quanto a área CSCW (COSTA; PIMENTEL, 2011). Desta forma, o termo *groupware* é comumente utilizado para referir-se ao *software* colaborativo, e o termo CSCW é utilizado para referir-se tanto ao sistema *groupware*, quanto às áreas de estudo envolvidas.

2.2 PERCEPÇÃO

Um aspecto importante de ambientes colaborativos é a percepção (*awareness*), que pode ser definida como sendo “a compreensão das atividades dos outros envolvidos e que fornece um contexto para as suas próprias atividades” (DOURISH, 2001). A percepção também é compreendida como o “conjunto de processos no qual reconhecemos, organizamos e encontramos sentido para os estímulos que recebemos do ambiente no qual estamos” (STERNBERG; MIO, 2006).

Neste contexto, a percepção é utilizada para assegurar que as atividades individuais estejam de acordo com os objetivos do grupo e também para possibilitar o gerenciamento do processo de colaboração do grupo de trabalho. Sem a percepção dos outros envolvidos, não há possibilidade de trabalho coletivo, o grupo será apenas um conjunto incoerente de peças isoladas (BREZILLON et al., 2004b). A percepção das tarefas individuais e do grupo é crítica para o sucesso do processo de colaboração (DOURISH; BELLOTTI, 1992).

2.2.1 Benefícios da percepção

Vários trabalhos relatam benefícios de se apresentar informações de percepção em interfaces colaborativas. Santos, Tedesco e Salgado (2011) salientam quatro deles:

- Torna a colaboração eficiente, reduz conflitos, inconsistências e contradições entre os participantes;
- Reduz a sensação de isolamento, permitindo que os usuários tenham a consciência das ações realizadas pelos demais (i.e. quem está participando? onde eles estão? o que estão fazendo?);
- Amplia a memória do grupo. Quando se trabalha em grupo, cada participante tem o conhecimento das ações e mudanças que os outros realizam sobre o conjunto de artefatos compartilhados (i.e. o que já foi feito? o que está para fazer?);
- Possibilita medir a qualidade do próprio trabalho. Através dos elementos de percepção cada participante tem o conhecimento das ações dos demais (i.e. o que cada um está fazendo? quanto cada um está contribuindo? quanto falta para completar a tarefa?).

Greenberg (1997) relata que informações de percepção ajudam as pessoas a moverem-se entre atividades individuais e compartilhadas,

proporciona um contexto para interpretar as expressões dos outros, permite antecipar ações, e reduz o esforço gasto para coordenar as atividades.

Para Gerosa, Fuks e Lucena (2003) informações de percepção são indispensáveis para garantir a coordenação, cooperação e comunicação (modelo 3C de colaboração). Informações de percepção permitem: construir um entendimento comum da tarefa, ter a consciência sobre as atividades dos outros participantes, conhecer o progresso do trabalho seu e de todo o grupo, transmitir estratégias e planos do grupo (GEROSA; FUKS; LUCENA, 2003).

Em ambientes de aprendizagem colaborativa, informações de percepção aumentam a participação e a motivação dos estudantes, trazem um equilíbrio para a participação durante colaboração online, aumentam a coordenação e regulação das atividades, e melhoram o desempenho do grupo (ZUMBACH; HILLERS; REIMANN, 2004; JANSSEN; ERKENS; KIRSHNER, 2011).

2.2.2 Desafios da percepção

Do mesmo modo que a falta de informações de percepção em interfaces colaborativas pode ser prejudicial, existem alguns problemas que devem ser considerados ao utilizar elementos de percepção: a sobrecarga de informações, a intrusividade e a privacidade (SANTOS; TEDESCO; SALGADO, 2011).

A sobrecarga de informações ocorre quando é apresentada simultaneamente grande quantidade de informação ao usuário (SANTOS; TEDESCO; SALGADO, 2011). Deve-se evitar o excesso de informações, apresentando o mínimo de informações necessárias para que o usuário possa realizar sua tarefa (HAKKILA; MANTYJARVI, 2006).

A intrusividade ocorre quando o sistema causa perturbações, tirando o foco de atenção do usuário (SANTOS; TEDESCO; SALGADO, 2011). Mensagens de aviso e notificações são exemplos de informações que podem tirar a atenção do usuário quando exibidas de forma inadequada na interface.

Em ambientes colaborativos, onde há o compartilhamento de informações entre vários usuários, existe ainda a preocupação com os aspectos de privacidade. As informações do usuário devem estar seguras, e o usuário deve ter a possibilidade de visualizar quais informações estão sendo compartilhadas e quem pode ter acesso a elas (HAKKILA; MANTYJARVI, 2006).

Estes problemas levantam algumas questões que devem ser consideradas no desenvolvimento de aplicações *groupware* (BERKENBROCK, 2009; SANTOS; TEDESCO; SALGADO, 2011): *i)* Como dispor informações de percepção de forma clara na interface? *ii)* Quais informações são relevantes e quais podem ser ignoradas? *iii)* Que informações podem ser compartilhadas? *iv)* Quem pode ter acesso a estas informações?

Interfaces colaborativas devem se preocupar com questões como segurança, controle de acesso, a junção dos trabalhos individuais e do grupo, junção de trabalhos síncronos e assíncronos, e assim por diante (GREENBERG, 1997).

2.2.3 Tipos de percepção

Na literatura são apresentados vários tipos de percepção: *workspace awareness*, *social awareness*, *task awareness*, e *concept awareness* (GUTWIN; STARK; GREENBERG, 1995); *historical awareness*, *presence awareness*, e *group-structural awareness* (EL-HELOU et al., 2008); *situation awareness* (ANTUNES et al., 2010); *behavioral awareness*, e *cognitive awareness* (JANSSEN; ERKENS; KIRSHNER, 2011; BODEMER; DEHLER, 2011); *knowledge awareness* (ENGELMAN et al., 2009; DEHLER et al., 2011; SANGIN et al., 2011); e *context awareness* (GOLD; MASCOLO, 2001; OMORONYIA et al., 2010).

Workspace awareness (percepção do espaço de trabalho). Percepção sobre as interações dos outros com o *workspace* (onde os outros estão trabalhando? o que eles estão fazendo? o que eles já fizeram?) (GUTWIN; GREENBERG, 1999). Para Gutwin e Greenberg (2001), informações de percepção são o conjunto de elementos que respondem as questões *who?* *what?* *where?* *when?* e *how?* (quem? o que? onde? quando? e como?).

Gutwin, Greenberg e Roseman (1996) fixaram uma lista de elementos de percepção em um ambiente de trabalho compartilhado: identidade (quem está participando?), localização (onde eles estão?), nível de atividade (eles estão ativos?), ações (o que eles estão fazendo?), intenções (o que eles vão fazer?), modificações (quais mudanças estão sendo feitas?), objetos (que objetos estão utilizando?), extensões (o que eles podem ver?), habilidades (o que eles podem fazer?), influências (onde eles podem influenciar?), expectativas (o que eles necessitam para continuar?).

A percepção do espaço de trabalho ajuda as pessoas a moverem-se entre atividades individuais e compartilhadas, proporciona um contexto para interpretar as expressões dos outros, permite antecipar ações e reduz o esforço gasto para coordenar as atividades (GREENBERG, 1997). *Workspace awareness* engloba outros tipos de percepção, como *presence awareness* e *historical awareness* (EL-HELOU et al., 2008).

Social awareness (percepção social). Percepção sobre as conexões sociais com o grupo e sobre seu funcionamento (o que os outros estão fazendo? estão falando com alguém? podem ser perturbados? estão prestando atenção? qual seu estado emocional? qual seu nível de interesse?). A percepção social ajuda a minimizar interrupções e perturbações no trabalho cooperativo (BARDAN; HANSEN, 2004).

Task awareness (percepção da tarefa). Percepção sobre como a atividade está sendo realizada (o que eu sei sobre esta tarefa? o que os outros sabem? quais passos devem ser seguidos? o que é necessário para completar a tarefa? quanto tempo precisará? quanto tempo temos?).

Concept awareness (percepção conceitual). Percepção de como uma atividade particular ou parte de conhecimento se encaixa no conhecimento já existente (como esta tarefa se encaixa no que eu já sei? o que eu preciso saber a mais? o que preciso fazer para revisar minhas ideias atuais?).

Historical awareness (percepção histórica). Envolve informações contextuais da criação e modificação de um artefato durante tempo. É o conhecimento de como os artefatos compartilhados evoluíram no decorrer da colaboração (NUTTER; BOLDYREFF, 2003).

Presence awareness (percepção de presença). Envolve informações sobre o status dos participantes. Indica a disponibilidade de cada usuário, a aptidão e a vontade de colaborar.

Group-structural awareness (percepção da estrutura do grupo). Envolve informações sobre as regras e responsabilidades dos participantes, seu posicionamento em uma questão. Para Bodemer e Dehler (2011) este tipo de percepção refere-se às informações sobre os aspectos dos membros do grupo, tais como: onde os membros do grupo estão? o que eles estão fazendo? no que eles estão interessados? o que eles estão sentindo?. Para Chavez e Romero (2012), em ambientes CSCL a percepção do grupo facilita o processo de comunicação, coordenação e colaboração, bem como ajuda a aumentar a qualidade do trabalho.

Situation awareness (percepção da situação). É a compreensão do que está acontecendo no ambiente de trabalho, com o objetivo de realizar tarefas de forma eficaz. Este tipo de percepção é dada em três etapas: a percepção de elementos na situação atual, a compreensão

da situação atual, e a projeção de estados futuros (ANTUNES et al., 2010).

Behavioral awareness (percepção comportamental). Provê informações sobre o comportamento dos demais participantes. Permite que os membros do grupo comparem a sua participação com a dos demais, de modo a permitir uma participação mais homogênea do grupo (BODEMER; DEHLER, 2011). A percepção comportamental pode ser utilizada para regular sua própria participação no grupo (JANSSEN; ERKENS; KIRSHNER, 2011).

Cognitive awareness (percepção cognitiva). Provê informações sobre o conhecimento dos outros membros do grupo. A percepção cognitiva permite que aos membros do grupo auto-avaliar seus conhecimentos sobre uma determinada tarefa antes de colaborar com os demais (BODEMER; DEHLER, 2011).

Knowledge awareness (percepção do conhecimento). Provê informações sobre o conhecimento ou opiniões dos demais participantes. Isto é, cada um dos participantes tem a percepção de “quem no grupo sabe o que?”. Percepção do conhecimento é um aspecto individual de cada participante. Para Bodemer e Dehler (2011) percepção do conhecimento guia os alunos em sua colaboração e ajuda a projetar sua comunicação.

Context awareness (percepção do contexto). Representa informações sobre o estado interno e externo de cada entidade (artefato) em um ambiente compartilhado. Isso inclui informações sobre mudanças de estado em informações de percepção como *social awareness*, *workspace awareness*, e *group-structural awareness* (OMORONYIA et al., 2010). Ao longo da colaboração, os participantes trabalham em diferentes tarefas, em diferentes momentos, trocam informações com diferentes participantes e podem ter diferentes perspectivas do espaço de trabalho. Desta forma, informações de percepção são altamente contextuais e não podem ser generalizadas em uma única perspectiva (OMORONYIA et al., 2010).

Um dos problemas encontrados, como apresentado na Seção 2.2.2 é como apresentar o máximo de informações de percepção sem gerar sobrecarga de informação, intrusividade ou violar a privacidade do usuário. Por um lado, tem-se a necessidade de prover aspectos de percepção para o usuário (Seção 2.2.1), por outro, têm-se os desafios oriundos da percepção (Seção 2.2.2) aliados às limitações dos dispositivos móveis (Seção 2.4.1).

2.3 PERCEPÇÃO E CONTEXTO

Schilit, Adams e Theimer (1994) definem contexto como sendo “localização, pessoas, objetos próximos e as suas alterações”. Dey (2001) apresenta uma definição mais abrangente: “qualquer informação que pode ser utilizada para caracterizar a situação de uma entidade”. Uma entidade pode ser uma pessoa, lugar ou objeto considerado relevante durante a interação entre o usuário e a aplicação. O contexto pode ser definido como sendo respostas às perguntas: quem? o que? quando? onde? por quê? como? (BREZILLON et al., 2004b), o que é conhecido como **framework 5W+1H** (SANTOS; TEDESCO; SALGADO, 2011).

Em sistemas colaborativos, três contextos são importantes: o contexto coletivo, no qual o grupo é constituído; o contexto individual dos participantes; e o contexto do projeto, ou seja, as tarefas a serem realizadas (BREZILLON et al., 2004a). Nestes sistemas, o contexto e a percepção podem ser vistos como conceitos similares. O contexto serve como um instrumento de apoio à comunicação, reduz ambiguidades e conflitos, aumenta a expressividade dos diálogos, e melhora os serviços e informações oferecidas pelo sistema (SANTOS; TEDESCO; SALGADO, 2011).

Para Brezillon et al. (2004a), o contexto descreve a situação, a maneira em que os elementos são utilizados durante o trabalho. Já a percepção é um dos mecanismos utilizados para fornecer este contexto para os membros do grupo. A percepção do contexto pode ser definida como sendo a transformação do conhecimento contextual para antecipar o resultado das ações (BREZILLON et al., 2004b). Ou ainda “a compreensão das atividades dos outros e que fornece um contexto para as suas próprias atividades” (DOURISH; BELLOTTI, 1992). Esta percepção do contexto é o cerne da interação (BREZILLON et al., 2004a).

Informações de contexto podem ser utilizadas para fornecer três tipos de serviço (SANTOS; TEDESCO; SALGADO, 2011):

- **Percepção do contexto.** Utilizado para informar ao usuário sobre o contexto associado com os indivíduos e à tarefa em execução, bem como apoiar o planejamento das ações e interações do usuário.
- **Adaptação e personalização.** É quando o sistema reage/adapta-se às mudanças ocorridas no contexto ou provenientes de ações realizadas pelo usuário.

- **Assistência e recomendação.** O sistema fornece assistência na execução de determinada tarefa (i.e. sistemas de recomendação).

Técnicas de percepção combinadas com informações do contexto do usuário melhoram a comunicação entre os indivíduos envolvidos na colaboração (HERBSLEB et al., 2000).

2.4 COMPUTAÇÃO MÓVEL

Atualmente, observa-se um aumento significativo na utilização de dispositivos móveis nas mais diversas finalidades. Dispositivos como *tablets*, *smartphones*, *Personal Digital Assistants* (PDA's) e celulares estão mais presentes nas atividades dos usuários. Dispositivos móveis estão se tornando rapidamente o principal equipamento de comunicação na vida das pessoas (LANE et al., 2010).

A computação móvel representa uma importante mudança de paradigma na interação entre o usuário e o computador. Permitindo assim passar de uma era marcada pelos sistemas computacionais focados nos computadores pessoais para a era da ubiquidade das comunicações e dos dispositivos móveis (DILL et al., 2011; TRINDADE; MANTAU; BERKENBROCK, 2013). Os dispositivos móveis passaram a fazer parte do meio físico dos usuários, auxiliando-os nas tarefas do dia a dia.

2.4.1 Características da computação móvel

Os dispositivos móveis apresentam características de portabilidade, como seu tamanho e peso. Para Bezboruah (2010), a computação móvel apresenta três características essenciais: comunicação, *hardware*, e *software*.

Em ambientes de computação móvel existem algumas limitações de *hardware* (i.e. capacidade de processamento, memória e armazenamento), energia (i.e. capacidade limitada da bateria), mobilidade (aplicações móveis devem suportar desconexões), e largura de banda (i.e. em redes móveis, a largura de banda pode variar dependendo da localização geográfica, e a velocidade de *downstream* geralmente é muito maior que a de *upstream*) (OLIVER, 2007).

Norsati, Karimi e Hasanzand (2012) comentam outras limitações: interferências (i.e. geografia da região, clima, e outras redes próximas interferem na qualidade do sinal), interface (i.e. tela e teclado reduzido, dificultando a visualização das informações), segurança (i.e. a

comunicação geralmente é via *broadcasts* físicos, e os outros dispositivos também têm acesso às transmissões), e riscos à saúde (i.e. distrações, operações repetitivas).

2.4.2 Plataformas móveis

Diversos computadores móveis têm surgido desde os anos 90, tais como PDA's (*Personal Digital Assistant*), *smartphones*, *tablets*, e *wearable computers* (NORSATI; KARIMI; HASANVAND, 2012). Os PDA's são considerados ultrapassados com a difusão dos *smartphones* (NORSATI; KARIMI; HASANVAND, 2012). Os *smartphones* contêm uma série de sensores (i.e. acelerômetro, câmera, giroscópio, GPS, microfone) que proporcionam a cada dia mais funcionalidades a estes equipamentos (LANE et al., 2010).

Quanto ao sistema operacional (SO) existem três categorias: proprietários, licenciados, e de código fonte aberto ou *open source* (CROMAR, 2010). Os SO proprietários são desenvolvidos exclusivamente para o fabricante do dispositivo. Os SOs licenciados são aqueles desenvolvidos por empresas específicas e sua utilização é autorizada mediante pagamento de licença de uso ou *royalties*. Os SO de código fonte aberto geralmente são desenvolvidos por comunidades e permitem que qualquer empresa os utilize e faça customizações livremente.

A Tabela 2.2 apresenta um comparativo dentre os principais sistemas operacionais existentes no mercado. Para tal comparação, foram considerados: tipo de sistema operacional (CROMAR, 2010; NORSATI; KARIMI; HASANVAND, 2012; TIZEN, 2013a; UBUNTU, 2013a), principais linguagens utilizadas para o desenvolvimento de aplicações (ANDROIDSS, 2013; APPLE, 2013; BLACKBERRY, 2013; NOKIA, 2013; WINDOWS, 2013; TIZEN, 2013b; UBUNTU, 2013b; FIREFOX, 2013), abrangência de dispositivos no mercado, no quarto trimestre de 2012 (IDC, 2013), e crescimento no último ano (IDC, 2013).

O estudo mostrou que o Android é uma boa opção para o desenvolvimento, por ter a maior abrangência no mercado, ser *open source* e apresentar um expressivo crescimento.

Tabela 2.2 – Comparativo entre SO para dispositivos móveis
 (Acervo do autor)

SO	Tipo SO	Linguagens suportadas	Mercado	Crescimento
Android	<i>Open source</i>	Java + XML	75%	91,5%
iOS	Proprietário	Objective C, C, C++	14,9%	57,3%
BlackBerry	Proprietário	C, C++, HTML5, Java	4,3%	-34,7%
Symbian	<i>open source</i>	C++, C#, Java ME, Ruby, Python, Perl, .NET	2,3%	-77,3%
Windows Phone	Licenciado	C#, C++, Visual Basic, .NET	2%	140%
Tizen	<i>Open source</i>	HTML5, JavaScript	—	—
Ubuntu Phone	<i>Open source</i>	HTML5, C, C++, C#, Java, QML, Python	—	—
Firefox SO	<i>Open source</i>	HTML, JavaScript	—	—

2.5 TRABALHOS RELACIONADOS

Esta Seção apresenta os principais trabalhos encontrados na literatura relacionados com o contexto desta dissertação. A Tabela 2.3 sumariza as principais características desses trabalhos. A Tabela 2.4 correlaciona os trabalhos desta Seção com os objetivos desta dissertação (técnicas de visualização, técnicas de filtragem e utilização de informações de contexto).

Kirsc-Pinheiro et al. (2005) apresentam um *framework* para fornecer elementos de percepção com base no contexto do usuário. Devido às restrições dos dispositivos móveis (i.e. tamanho de tela reduzido, capacidade de memória) faz-se necessário filtrar as informações de percepção. Para evitar os riscos de sobrecarga de informação (i.e. apresentar muita informação de forma simultânea para o usuário), são considerados os aspectos físicos e organizacionais do usuário, apresentando assim informações que sejam relevantes ao usuário.

Hakkila e Mantyjarvi (2006) apresentaram 10 diretrizes para aplicações móveis sensíveis ao contexto: considerar a incerteza na tomada de decisão; evitar interrupções; permitir personalizações; evitar excesso de informação; assegurar privacidade; permitir mobilidade; assegurar controle do usuário; permitir acesso a informações de contexto; fornecer visibilidade e status do sistema; e apresentar o útil e necessário. Segundo Hakkila e Mantyjarvi (2006), algumas diretrizes são fáceis de serem aplicadas, outras necessitam certo cuidado, pois podem gerar conflitos. Em exemplo, as diretrizes “Evitar excesso de informação” e “Fornecer visibilidade e status do sistema” podem ser contraditórias, logo há a necessidade de aplicá-las de forma balanceada.

Papadoulos (2006) investigou oportunidades para melhorar a percepção em ambientes móveis. O autor apresentou um protocolo para apoiar à percepção para *groupwares* móveis, e que estabelece um equilíbrio entre o consumo de energia e tempo de notificação. Em seu trabalho, Papadoulos (2006) identifica dez requisitos para apoiar a percepção em *groupwares* móveis: percepção de presença; percepção contextual; minimização das interrupções; suporte à heterogeneidade; suporte à colaboração síncrona; percepção de artefatos compartilhados; resistência a desconexões; fluidez na troca de informações; consumo de energia reduzido; minimização nos atrasos de notificações.

Oulasvirta (2008) discute como pode ser projetada a percepção em sistemas móveis, considerando aspectos da cognição social. A percepção do usuário está baseada nas capacidades e limitações de inferência social humana. Os sinais de percepção que o sistema pode oferecer

são incompletos e pobres, comparados com situações face-a-face. Oulasvirta (2008) define *awareness cues* (pistas de percepção). Existem três questões básicas de *design* a serem consideradas: pistas individuais (Qual o melhor modo de apresentação? Quão abstrato o nível de descrição deve ser? O que fazer com os dados inconsistentes?) pistas de *layout* (Como as pistas de percepção são dispostas na tela? Quantas pistas são necessárias? Como ter acesso a estas pistas?), e integração entre as pistas (As pistas devem ser interligadas a outros conteúdos? Se sim, como?).

Antunes et al. (2010) desenvolveram um método para avaliar o suporte à percepção composto por um *checklist*. Este *checklist* pode ser utilizado por desenvolvedores de aplicações colaborativas em qualquer fase do desenvolvimento. Antunes et al. (2010) encontraram 77 elementos de *design* que influenciam ou contribuem no apoio à percepção. Com base nestes elementos, foram organizados 14 categorias de *design* (acessibilidade, comunicação, espacialidade, mobilidade, fisicalidade, navegação, virtualização, composição, atenção, tarefas, interação, interdependência, internacionalização, e externalização).

Antunes e Ferreira (2011) discutem a percepção em uma perspectiva cognitiva, levando em consideração a necessidade de prover informações de percepção sem comprometer a carga cognitiva. Para os autores, considerando os aspectos cognitivos, a percepção requer uma constante interação entre quatro fatores: atender os eventos em andamento (percepção, interpretação, internalização, recuperação, seleção, experiências, e reconhecimento); Utilizar o conhecimento, a experiência e o compromisso; Aplicar heurísticas e modos de pensar para facilitar os processos de informação; manter o fluxo de informações (retenção, socialização, externalização, e ação). Os autores definem que as informações de percepção devem ser filtradas com base em três fatores: *i*) Coletar informações continuamente; *ii*) Utilizar base de conhecimento e experiências; *iii*) Aplicar heurísticas e modelos mentais.

Talaei-Khoei et al. (2012) apresentam um *framework* para percepção que contempla quatro fases: obtenção de percepção, representação contextual, análise do contexto e utilização da percepção. A obtenção da percepção é o processo no qual um indivíduo torna-se consciente das informações relevantes. A representação do contexto envolve técnicas para modelar e distribuir as informações que o sistema está ciente. Análise do contexto é o processo no qual se reúne e examina a relevância das informações para interpretar a percepção adquirida. A utilização da percepção é o processo de adaptar o comportamento do sistema em resposta às mudanças no contexto (TALAEI-KHOEI et al., 2012).

Para os autores, o processo de percepção é dado em três etapas: percepção (representação contextual), compreensão (análise contextual), e projeção de atividades futuras (utilização da percepção).

2.5.1 Considerações sobre os trabalhos relacionados

Os trabalhos de Kirsc-Pinheiro et al. (2005) e Talaei-Khoei et al. (2012) apresentam *frameworks* para o suporte a informações de percepção, entretanto apenas o trabalho de Kirsc-Pinheiro et al. (2005) tem o foco em ambientes móveis. Os trabalhos de Hakkila e Mantyjarvi (2006), Papadoulos (2006), Oulasvirta (2008), e Antunes et al. (2010) estudam formas de se apresentar/avaliar as informações de percepção. Nestes trabalhos é feita a definição de diretrizes, métricas ou requisitos que devem ser atendidos por interfaces colaborativas para fornecer suporte às informações de percepção.

O trabalho de Antunes e Ferreira (2011) estuda a percepção em uma perspectiva cognitiva, no qual preocupa-se em apresentar as informações na interface sem comprometer a carga cognitiva do usuário (sobrecarga de informação).

Os principais problemas associados aos aspectos de prover informações de percepção relatados nos trabalhos correlatos foram:

- **Restrições do ambiente** (dimensões de tela, limitação de energia, uso da rede de dados, tolerância a desconexões, atrasos na comunicação) (KIRSC-PINHEIRO et al., 2005; PAPADOULOS, 2006);
- **Dificuldades em apresentar informações de percepção** (sobrecarga, intrusividade, privacidade, representação, compreensão e projeção das ações humanas através da interface, carga cognitiva) (HAKKILA; MANTYJARVI, 2006; OULASVIRTA, 2008; ANTUNES; FERREIRA, 2011; TALAEI-KHOEI et al., 2012);
- **Questões de design** (acessibilidade, comunicação, mobilidade, fisicalidade, navegação, etc) (ANTUNES et al., 2010).

Quanto aos aspectos relacionados com esta dissertação, apenas o trabalho de Talaei-Khoei et al. (2012) apresenta técnicas de visualização de informações de percepção com base no contexto: filtragem, abstração e reação às mudanças no ambiente. Os demais trabalhos mencionados utilizam de alguma forma informações de contexto do usuário.

Quanto as técnicas de filtragem de informações apresentadas nos trabalhos há algumas distinções: filtragem das informações de percepção com base no contexto do usuário (KIRSC-PINHEIRO et al., 2005; ANTUNES et al., 2010; TALAEI-KHOEI et al., 2012); filtragem de informações para otimizar a rede de dados (PAPADOULOS, 2006); filtragem para apresentar as informações em granularidades diferentes (OULASVIRTA, 2008).

Tabela 2.3 – Características dos trabalhos relacionados.
 (Acervo do autor)

Trabalho	Problemas abordados	Contribuição	Ambiente
Kirsch-Pinheiro et al. (2005)	Restrições dispositivos móveis	<i>Framework</i> de percepção	Web / móvel
Hakkila e Mantyjarvi (2006)	Sobrecarga, intrusividade e privacidade	Diretrizes para sistemas <i>context-aware</i>	Móvel
Papadoulou (2006)	Energia, uso da rede dados, desconexões, atrasos comunicação	Requisitos de percepção	Móvel
Oulasvirta (2008)	Dificuldade em apresentar informações das interações humanas em interfaces colaborativas	Pistas de percepção	Móvel
Antunes et al. (2010)	Levantamento de categorias de <i>design</i> que influenciam no suporte à percepção	Métricas de avaliação de percepção	—
Antunes e Ferreira (2011)	Apresentar informações de percepção sem comprometer os aspectos cognitivos (sobrecarga)	Estudo da percepção em uma perspectiva cognitiva	—
(TALAEI-KHOEI et al., 2012)	Representação, compreensão e projeção dos elementos de percepção	<i>Framework</i> de percepção	—

Tabela 2.4 – Correlação dos trabalhos com esta dissertação.
 (Acervo do autor)

Trabalho	Técnicas de visualização	Considera o contexto	Filtragem das informações
Kirsc-Pinheiro et al. (2005)	Não	Considera contexto físico (localização, características do dispositivo) e contexto organizacional (grupo, regras, atividades, artefatos compartilhados)	Filtragem é feita com base no contexto do usuário
Hakkila e Manthey-Jarvi (2006)	Não	Considera contexto físico (localização), contexto social (informações sobre o grupo) e contexto histórico	Não
Papadoulos (2006)	Não	Considera contexto como localização e estado de cada entidade (grupo e objetos)	Filtragem é feita para otimizar rede de dados
Oulasvirta (2008)	Para apresentar as informações de percepção são utilizados cores, ícones e rótulos (<i>labels</i>)	Não	Apresenta informações em granularidades diferentes

Antunes et al. (2010)	Não	Considera contexto como localização social, geográfica, e virtual	Não
Antunes e Ferreira (2011)	Não	<i>Feedforward</i> (o sistema reage automaticamente às mudanças de contexto)	Filtre as informações em duas fases: <i>i)</i> informações de contexto que são recebidas (disparadas por ações do usuário/grupo); <i>ii)</i> informações de percepção apresentadas para o usuário (eventos em resposta às ações - <i>feedback, feedforward, e feedthrough</i>)
Talaei-Khoei et al. (2012)	Apresenta três técnicas para distribuir as informações de percepção do contexto (filtragem, abstração, reação)	Contexto é considerado como artefatos, pessoas, tempo, localização	Defende a análise e representação contextual para adaptar o sistema às mudanças de contexto

3 VISUALIZAÇÃO E FILTRAGEM

Este capítulo apresenta um conjunto de técnicas de visualização e filtragem de informações de percepção, além de um conjunto de requisitos para desenvolvimento de *groupwares* móveis e métricas de avaliação. Este capítulo está organizado da seguinte forma. A Seção 3.1 apresenta as principais técnicas de visualização de informações de percepção encontradas na literatura, bem como uma análise das técnicas que são aplicáveis para *groupwares* móveis (Seção 3.1.1). A Seção 3.2 apresenta as principais técnicas de filtragem de informações de percepção com base no contexto. Para realizar a avaliação das técnicas de visualização e filtragem empregadas nesta dissertação, foi elaborado um conjunto de requisitos de desenvolvimento de *groupwares* móveis e métricas para a sua avaliação (apresentados na Seção 3.3).

3.1 TÉCNICAS DE VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES DE PERCEPÇÃO

As informações de percepção são apresentadas na interface colaborativa com a utilização de *widgets* de percepção. *Widgets* permitem que um usuário visualize informações sobre o *status* da tarefa colaborativa bem como do trabalho realizado pelos demais integrantes do grupo (JONASSON, 2010).

Para Chavez e Romero (2012), *widgets* são ferramentas baseadas em informações compartilhadas exibidas pelos companheiros da equipe durante todo o processo de colaboração. Várias técnicas de visualização de informações de percepção foram encontrados na literatura conforme apresentado na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Técnicas de visualização de informações de percepção.

(Acervo do autor)

Técnica	Trabalhos
Teleapontadores	Gutwin, Stark e Greenberg (1995), Gutwin, Roseman e Greenberg (1996), Gutwin, Greenberg e Roseman (1996), Greenberg (1997)
Barras de rolagem multi-usuários	Gutwin, Roseman e Greenberg (1996), Gutwin, Greenberg (1997)
Múltipla visão WYSIWIS	Gutwin, Stark e Greenberg (1995), Gutwin, Greenberg e Roseman (1996), Greenberg (1997)
Visão WYSIWID	Gutwin, Stark e Greenberg (1995), Gutwin, Roseman e Greenberg (1996), Gutwin, Greenberg e Roseman (1996)
Visão em miniatura	Gutwin, Roseman e Greenberg (1996), Gutwin, Greenberg e Roseman (1996)
Visão de radar	Gutwin, Roseman e Greenberg (1996), Gutwin, Greenberg e Roseman (1996), Bendel e Schuster (2012)
Teleportais	Gutwin, Greenberg e Roseman (1996)
Lista de participantes	Jonasson (2003)
Linha do tempo (<i>timeline</i>)	McLean (1999), Nunes et al. (2007), Bohøj et al. (2010), Conversy et al. (2011), Hornung e Baranauskas (2012)
Ícones representativos/ Avatares	Sohlenkamp, Prinz e Fuchs (2000), Behbahani e El-Nast (2011)
Cores	Sohlenkamp, Prinz e Fuchs (2000), Berkenbrock (2009)

Teleapontadores auxiliam na percepção das atividades dos demais membros do *groupware*. Teleapontadores podem ser representados por um cursor, um ícone ou mesmo um *label*, que indique a localização do objeto/usuário no ambiente. Através dos teleapontadores é possível expressar suas ideias, chamar a atenção do grupo, indicar onde os integrantes estão trabalhando, o que estão fazendo, e quais artefatos estão utilizando (GREENBERG, 1997). Este recurso é encontrado, por exemplo, em editores colaborativos (i.e. Google Docs).

Barras de rolagem multi-usuário mostram a localização de cada um dos outros participantes no espaço de trabalho compartilhado (GUTWIN; ROSEMAN; GREENBERG, 1996). Através deste elemento é possível ver em que parte do sistema os demais estão trabalhando.

Múltipla visão WYSIWIS (*What You See Is What I See*) – o que você vê é o que eu vejo – é utilizado quando é necessário apresentar mais detalhes sobre os artefatos das visões compartilhadas dos demais usuários (GUTWIN; GREENBERG; ROSEMAN, 1996). É apresentado, em escala reduzida, uma réplica da visão de cada um dos demais participantes. Todas as ações realizadas pelos participantes são imediatamente replicadas no *widget*.

Visão WYSIWID (*What You See Is What I Do*) – o que você vê é o que eu faço – fornece os detalhes completos da interação de outra pessoa, ou seja, apresenta uma parte da visão do outro participante (GUTWIN; GREENBERG; ROSEMAN, 1996). Este *widget* apresenta o contexto ao redor do cursor da outra pessoa, podendo ser aplicado em aplicações gráficas nas quais a maior parte das ações é realizada com a utilização do mouse.

Visão em miniatura apresenta uma visão geral de todo o espaço de trabalho, mas em uma escala menor (GUTWIN; ROSEMAN; GREENBERG, 1996). Cada artefato do espaço de trabalho é representado por uma miniatura, e qualquer alteração no artefato é imediatamente duplicada na miniatura.

Visão de radar também utiliza uma visão em miniatura do espaço de trabalho, mas apresenta informações adicionais sobre a localização dos outros participantes (GUTWIN; ROSEMAN; GREENBERG, 1996). Este *widget* apresenta o que cada um dos participantes podem visualizar na interface (seu ponto de vista).

Teleportais permitem ter a visão completa de um participante em tamanho real (GUTWIN; GREENBERG; ROSEMAN, 1996). Através deste *widget* é possível “olhar” a área de trabalho dos demais participantes.

Lista de participantes permite visualizar todos os participantes que estão conectados no sistema, sua identificação (i.e. através de uma cor específica, imagem, avatar) e seu *status* (i.e. disponível, ocupado, ausente).

Linha do tempo ou *timeline* é uma representação gráfica de um período de tempo, no qual os eventos importantes que ocorreram são marcados (SIMPSON; WEINER, 1989). A linha do tempo é um *widget* que mostra a sequência de eventos (i.e. modificações nos artefatos compartilhados) organizados em ordem cronológica.

Ícones representativos ou *avatars* são utilizados para representar informações de percepção de presença e de localização dos participantes, bem como o *status* do participante, da tarefa, ou dos artefatos compartilhados (BEHBAHANI; EL-NASR, 2011). Licea e Favela (2000) utilizam *EA-Icon (Emotional Awareness Icon)* – ícones de percepção emocional – com o objetivo de apresentar a participação e *status* emocional dos participantes através de ícones (i.e. *online*, *off-line*, ausente, ocupado, feliz, triste, etc.). Avatar pode ser visto como uma representação gráfica de um indivíduo em um ambiente virtual, e que pode ser utilizado para se comunicar e interagir com o ambiente (BOBERG; PIIPPO; OLLILA, 2008; MAZLAN, 2012).

Cores são utilizadas em aplicações colaborativas para apresentar informações de percepção. Através deste recurso o usuário pode facilmente identificar e distinguir os elementos apresentados na interface. Berkenbrock (2009) utilizou o recurso de cores para diferenciar o *status* dos artefatos compartilhados. Sohlenkamp, Prinz e Fuchs (2000) utilizam cores associadas aos ícones representativos para indicar informações de percepção do usuário como localização e *status* (i.e. localização e *status* dos integrantes do grupo e dos artefatos compartilhados).

3.1.1 Técnicas de visualização aplicáveis a *groupwares* móveis

Algumas das técnicas apresentadas na literatura são utilizadas em aplicações colaborativas voltados especificamente para ambientes convencionais (i.e. ambiente *desktop* ou *web*), como é o caso das técnicas: barras de rolagem multi-usuário, Múltipla visão WYSIWIS, visão WYSIWID, visão em miniatura, visão de radar, teleportais. Estas técnicas necessitam de uma quantidade considerável da tela da aplicação para apresentar as informações de percepção, o que torna-se um problema em aplicações móveis com dimensões de tela reduzidos (Seção 2.4.1).

As técnicas teleapontadores, lista de participantes, ícones representativos/avatars, e cores, necessitam menos recursos de tela. Deste modo, estas técnicas de visualização foram consideradas apropriadas para serem utilizadas em aplicações para ambientes móveis. Outras técnicas de visualização são indicadas dependendo do domínio da aplicação: visão de radar é utilizada para indicar a disposição dos participantes no ambiente (i.e. mapa em um jogo); linha do tempo quando há a necessidade de apresentar/organizar os eventos em uma ordem cronológica.

3.2 FILTRAGEM DE INFORMAÇÕES COM BASE NO CONTEXTO

Conforme apresentado na Seção 2.2.2, existem desafios em se prover informações de percepção em *groupwares*, tais como a intrusividade, privacidade e sobrecarga. Com o objetivo de evitar a sobrecarga de informações para o usuário, faz-se necessário o emprego de técnicas de filtragem das informações de percepção apresentadas, considerando informações de contexto como critério de filtragem. Papadoulos (2006) relata a necessidade de aplicar técnicas de filtragem de informações em dispositivos móveis. Sistemas que utilizam informações de contexto para apresentar informações tidas como relevantes ao usuário são conhecidos como *context-aware systems*.

O termo ***context-aware*** foi cunhado por Schilit, Adams e Theimer (1994), para referir-se à habilidade de uma aplicação móvel descobrir e reagir às mudanças no ambiente na qual está situada, ou seja, são aplicações que passam a considerar o contexto no qual se encontram em suas tarefas. Schilit, Adams e Want (1994) definem um sistema sensível ao contexto como um *software* que “adapta-se de acordo com a sua localização de utilização, com o conjunto de pessoas e objetos próximos, bem como alterações a esses objetos ao longo do tempo”. Dey (2001) apresenta uma definição mais genérica, na qual um sistema é sensível ao contexto quando “utiliza o contexto para fornecer informações relevantes e/ou serviços para o usuário, onde a relevância depende da tarefa do usuário”.

Aplicações sensíveis ao contexto utilizam informações do tipo quem, onde, quando e o que para determinar porquê uma atividade está ocorrendo (DEY; ABOWD, 1999). Isto significa que os eventos que o sistema executa levam em consideração estas questões. Segundo Dey (2001), existem muitos tipos de contexto distintos, entretanto são

quatro tipos de conceitos fundamentais: localização, identidade, atividade e tempo.

Schilit, Adams e Want (1994) classificaram sistemas sensíveis ao contexto em quatro tipos, dependendo da tarefa (obter informação ou executar um comando) e da forma com que esta é realizada (manual ou automática), conforme demonstrado na Figura 3.2.

Tabela 3.2 – Classificação dos sistemas sensíveis ao contexto.
(SCHILIT; ADAMS; WANT, 1994)

		Forma com que a tarefa é realizada	
		Manual	Automática
Tipo da Tarefa	Obter informação	Seleção de proximidade e informação contextual	Reconfiguração de contexto automática
	Executar um comando	Comandos de contexto	Ações disparadas pelo contexto

Seleção de proximidade e informação contextual: Informações de pessoas/objetos são enfatizadas de acordo com a localização do usuário. Assim, quanto mais próxima do usuário está uma informação, mais importante esta é considerada. Por exemplo, um aplicativo móvel que exibe o catálogo de endereço ordenando pela distância do ponto atual ao invés de apenas ordenar alfabeticamente, ou ainda uma pesquisa em um sistema de navegação móvel, exibe os resultados ordenados pela distância do usuário.

Reconfiguração de contexto automática: Processo de adição de novos componentes, remoção de componentes existentes, ou alteração das conexões entre componentes devido às mudanças de contexto. Por exemplo: mudar automaticamente da rede 3G para *Wi-Fi* quando disponível.

Comandos de contexto: Ações humanas podem ser previstas dependendo da situação. Existem atividades que regularmente são realizadas apenas na biblioteca, na sala de aula, no escritório, na cozinha, etc. Em cada ambiente pode-se ter objetivos distintos.

Ações disparadas pelo contexto: o contexto atual conduz um aplicativo para iniciar um processo automaticamente. Regras usadas para especificar como o sistema deve adaptar-se (i.e. regras IF-THEN).

Neste trabalho, é estudado a filtragem automática com base nas informações de contexto (**ações disparadas pelo contexto**). Deste

modo, espera-se construir uma interface que adapta-se automaticamente às mudanças de contexto.

3.3 REQUISITOS PARA DESENVOLVIMENTO DE *GROUPWARES* MÓVEIS

Esta Seção apresenta um conjunto de requisitos elaborados para auxiliar o desenvolvimento e avaliação de aplicações de *groupwares* móveis. Estes requisitos foram elaborados a partir de trabalhos encontrados na literatura. Estes trabalhos foram classificados em três grupos:

- **avaliação heurística** (MACK; NIELSEN, 1994; BAKER; GREENBERG; GUTWIN, 2001; PINELLE et al., 2009; BARBOSA; SILVA, 2010; BERTINI et al., 2011);
- **diretrizes de design** (HAKKILA; MANTYJARVI, 2006; RÖCKER, 2009; RÖCKER, 2012);
- **requisitos ou elementos que influenciam no suporte à percepção** (MANDVIWALLA; OLFMAN, 1994; GUTWIN; ROSEMAN; GREENBERG, 1996; GUTWIN, 2002; PAPADOULOS, 2006; BERKENBROCK, 2009; TEE; GREENBERG; GUTWIN, 2009; ANTUNES; FERREIRA, 2011; NORSATI; KARIMI; HASANVAND, 2012).

As avaliações heurísticas são realizadas com a utilização de um conjunto de diretrizes que descrevem características desejáveis na interação (MACK; NIELSEN, 1994), e geralmente são direcionadas à avaliação de usabilidade. As heurísticas encontradas foram: avaliação de usabilidade em aplicações convencionais (MACK; NIELSEN, 1994; BARBOSA; SILVA, 2010), avaliação usabilidade para aplicações móveis (BERTINI et al., 2011), avaliação de *groupwares* móveis (BAKER; GREENBERG; GUTWIN, 2001), e avaliação de jogos em rede (PINELLE et al., 2009). Estas diretrizes foram utilizadas como base para a elaboração do conjunto de requisitos apresentado neste trabalho.

A Seção 3.3.1 apresenta a síntese dos requisitos elicitados, bem como um quadro comparativo entre requisitos e os trabalhos relacionados utilizados. A Seção 3.3.2 apresenta os requisitos associados aos aspectos de percepção: reconhecimento, nível de atenção, retroalimentação, filtragem de informações, consistência e padrões, transição entre atividades, consideração do contexto, mensagens de notificação, granularidade das informações, tempo de resposta, e acesso simultâneo. A

Seção 3.3.3 apresenta os requisitos associados à realização das atividades: aprendizado, comunicação, coordenação, eficiência, participação e gerenciamento de sessão. A Seção 3.3.4 apresenta os requisitos relacionados aos aspectos do usuário: gerenciamento de erros, segurança, evitar intrusividade e controle do usuário. A Seção 3.3.5 apresenta alguns requisitos do ambiente alvo (dispositivos móveis): heterogeneidade, utilização de recursos, e mobilidade. A Seção 3.3.6 apresenta o conjunto de métricas para avaliar os requisitos levantados. A Seção 3.3.7 apresenta a rastreabilidade entre requisito e métricas.

3.3.1 Quadro de requisitos

Com base nos trabalhos encontrados na literatura, foram levantados requisitos de percepção (**RA**), requisitos de usuário (**RU**), requisitos da tarefa/ambiente (**RT**), e requisitos dos dispositivos (**RD**). A Tabela 3.3 apresenta de forma resumida os requisitos levantados e os trabalhos relacionados.

Tabela 3.3 – Requisitos levantados.
(Acervo do autor)

#	Requisito	Trabalhos relacionados
RA1	Reconhecimento	Mack e Nielsen (1994), Berkenbrock (2009), Röcker (2009), Barbosa e Silva (2010), Bertini et al. (2011)
RA2	Nível de atenção	Berkenbrock (2009)
RA3	Retroalimentação	Mack e Nielsen (1994), Gutwin, Greenberg e Roseman (1996), Baker, Greenberg e Gutwin (2001), Hakkkila e Mantyjarvi (2006), Berkenbrock (2009), Barbosa e Silva (2010), Antunes e Ferreira (2011)
RA4	Filtragem de informações	Hakkkila e Mantyjarvi (2006), Pinelle et al. (2009), Röcker (2009), Bertini et al. (2011)
RA5	Consistência e padrões	Mack e Nielsen (1994), Berkenbrock (2009), Barbosa e Silva (2010)
RA6	Transição entre atividades	Mandviwalla e Olfman (1994), Jonasson (2010)
RA7	Consideração do contexto	Papadoulos (2006), Berkenbrock (2009), Röcker (2009)
RA8	Mensagens de notificação	Papadoulos (2006)
RA9	Granularidade das informações	Röcker (2009)
RA10	Tempo de resposta	Gutwin (2002), Papadoulos (2006), Berkenbrock (2009)
RA11	Acesso simultâneo	Baker, Greenberg e Gutwin (2001)
RT1	Aprendizado	Berkenbrock (2009)
RT2	Comunicação	Baker, Greenberg e Gutwin (2001), Gerosa, Fuks e Lucena (2003), Pinelle et al. (2009)
RT3	Coordenação	Baker, Greenberg e Gutwin (2001), Gerosa, Fuks e Lucena (2003), Pinelle et al. (2009)

RT4	Eficiência	Berkenbrock (2009)
RT5	Participação	Zumbach, Hillers e Reimann (2004), Janssen, Erkens e Kirchner (2011), Santos, Tedesco e Salgado (2011)
RT6	Gerenciamento do grupo	Baker, Greenberg e Gutwin (2001), Berkenbrock (2009), Pinelle et al. (2009)
RU1	Gerenciamento de erros	Mack e Nielsen (1994), Barbosa e Silva (2010), Bertini et al. (2011)
RU2	Assegurar privacidade	Hakkila e Mantyjarvi (2006), Röcker (2009), Tee, Greenberg e Gutwin (2009), Röcker (2012)
RU3	Evitar intrusividade	Hakkila e Mantyjarvi (2006), Papadoulos (2006)
RU4	Controle do usuário	Hakkila e Mantyjarvi (2006), Röcker (2009), Röcker (2012)
RD1	Heterogeneidade	Papadoulos (2006)
RD2	Uso dos recursos	Papadoulos (2006), Oliver (2007), Norsati, Karimi e Hasanzadeh (2012)
RD3	Mobilidade	Hakkila e Mantyjarvi (2006)

3.3.2 Requisitos de percepção (Awareness)

Requisitos de percepção estão relacionados com a apresentação e a identificação das informações de percepção. Foram identificados 11 requisitos de percepção: reconhecimento, nível de atenção, retroalimentação, filtragem de informações, consistência e padrões, transição entre atividades, consideração do contexto, mensagens de notificação, granularidade das informações, tempo de resposta, e acesso simultâneo.

RA1 – Reconhecimento. Em um sistema *groupware* é importante que as informações sejam fáceis de serem identificadas na interface (BERKENBROCK, 2009). É importante que o usuário identifique facilmente as informações que são apresentadas a ele. O usuário não deve ter que lembrar uma informação de uma parte para a outra da aplicação. As instruções devem estar visíveis e fáceis de recuperar (MACK; NIELSEN, 1994; BARBOSA; SILVA, 2010).

RA2 – Nível de atenção. Utilizando dispositivos móveis, as pessoas podem se distrair, dependendo das modificações que ocorrem no contexto em que elas estão inseridas (i.e. aproximação de uma pessoa, mudança do ambiente, sons) (BERKENBROCK, 2009). A atenção do usuário em ambientes móveis é dividida com os acontecimentos que ocorrem ao seu redor (HOLLEIS et al., 2007).

RA3 – Retroalimentação. O usuário precisa ter o conhecimento do *status* do sistema. A retroalimentação possibilita que os membros do grupo tenham consciência das ações realizadas pelo grupo (BERKENBROCK, 2009). Existem três tipos de retroalimentação que um sistema *groupware* deve fornecer:

- *Feedback*. O sistema deve prover informações sobre o *status* de um sistema, bem como informações sobre o resultado das ações do usuário sobre a interface colaborativa (MACK; NIELSEN, 1994; BERKENBROCK, 2009; BARBOSA; SILVA, 2010; ANTUNES; FERREIRA, 2011);
- *Feedforward*. O sistema deve reagir às mudanças (i.e. desconexão, perda do sinal, bateria fraca), gerando algum evento para o usuário. (ANTUNES; FERREIRA, 2011);
- *Feedthrough*. É um tipo de *feedback* do grupo. Apresentar informações sobre a ação dos outros participantes (BAKER; GREENBERG; GUTWIN, 2001; ANTUNES; FERREIRA, 2011).

RA4 – Filtragem de informações. É importante facilitar métodos de entrada, visualização e leitura de informações (BERTINI

et al., 2011). A interface não deve conter informações desnecessárias ou que raramente serão utilizadas. Como apresentado na Seção 2.2.2, um dos desafios em prover informações de percepção é a sobrecarga de informações. Deve-se apresentar o mínimo de informações necessárias para que o usuário possa realizar sua tarefa (HAKKILA; MANTYJARVI, 2006). Filtrar informações de percepção permite reduzir a sobrecarga de informação, assim como ajuda na privacidade do usuário (RÖCKER, 2009).

RA5 – Consistência e padrões. Manter a consistência dos dados é uma das principais funções e desafios na construção de um sistema *groupware* (BERKENBROCK, 2009). O usuário não deve adivinhar que diferentes palavras, situações ou ações significam a mesma coisa (MACK; NIELSEN, 1994). Deve-se sempre adotar as convenções da plataforma (i.e. formas de navegação, menus, notificações).

RA6 – Transição entre atividades. Ao longo do trabalho em grupo, as pessoas realizam três tipos de transições: entre duas ou mais atividades (i.e. ler, escrever, desenhar, manipular artefatos) (JONASSON, 2010); entre trabalho individual e compartilhado (GREENBERG, 1997); e entre o trabalho colaborativo e atividades externas (JONASSON, 2010). Em trabalho em grupo, as pessoas alternam-se entre as atividades de forma muito rápida e não fazem distinção entre atividades quando estão trabalhando (JONASSON, 2010). É importante que a interface possibilite ao usuário alternar-se entre suas atividades com fluidez (MANDVIWALLA; OLFMAN, 1994; JONASSON, 2010).

RA7 – Consideração do contexto. Em um sistema *groupware* é importante que as informações de percepção sejam adaptadas ao contexto de cada um dos dispositivos (BERKENBROCK, 2009; RÖCKER, 2009; RÖCKER, 2012). O sistema deve possibilitar ao usuário organizar seu comportamento de acordo com os aspectos do ambiente atual (i.e. sua localização, proximidade de usuários, limitações do ambiente) (PAPADOULOS, 2006). O contexto também pode ser utilizado na filtragem de informações de percepção, como apresentado no **RA4**.

RA8 – Mensagens de notificações. Como apresentado por Berkenbrock (2009), as notificações são utilizadas para fornecer informações de percepção para a interface. Atrasos nas mensagens de notificação podem acarretar em prejuízos ao trabalho cooperativo, deste modo devem-se evitar os atrasos na troca de mensagens (PAPADOULOS, 2006). A apresentação das mensagens de notificação para o usuário deve ser bem estudadas, evitando assim a intrusividade.

RA9 – Granularidade das informações. Informações de percepção devem ser variáveis em seu nível de detalhes, permitindo que sejam exibidas em alto ou baixo nível de detalhes (RÖCKER, 2009; RÖCKER, 2012). Este requisito está correlacionado com a filtragem de percepção (**RA4**). Apenas as informações essenciais devem ser continuamente apresentadas, e as demais apenas quando necessário ou quando solicitado pelo usuário. A granularidade das informações apresentadas está relacionada com a sobrecarga.

RA10 – Tempo de resposta. A interação entre muitos usuários sobre uma mesma tarefa tende a causar problemas de desempenho, sendo que as restrições dos dispositivos móveis (i.e. largura de banda reduzida, desconexões) tendem a aumentar o tempo de resposta da troca de mensagens entre os participantes (BERKENBROCK, 2009). Estes atrasos podem afetar gravemente a percepção (GUTWIN, 2002).

RA11 – Acesso simultâneo. Em espaços de trabalho compartilhados o acesso simultâneo a um conjunto de artefatos pode ocasionar conflitos e inconsistências (BAKER; GREENBERG; GUTWIN, 2001). As ações realizadas por um usuário podem interferir nas atividades dos demais. O sistema deve fornecer mecanismos para que estes conflitos não ocorram.

3.3.3 Requisitos da tarefa/ambiente

Em relação à realização das tarefas colaborativas, alguns aspectos devem ser considerados (**RT**): aprendizado, comunicação, coordenação, eficiência, participação, e gerenciamento do grupo.

RT1 – Aprendizado. *Groupwares* móveis devem ser fáceis para os usuários, tanto para apreender suas funcionalidades quanto utilizar sua interface (BERKENBROCK, 2009). A motivação do usuário e sua familiaridade com os dispositivos móveis influenciam no seu aprendizado (SEONG, 2006).

RT2 – Comunicação. Em um ambiente colaborativo as pessoas se comunicam, e assim constroem um entendimento comum sobre a tarefa (i.e. trocam ideias, discutem, apreendem, negociam, alinhavam ideias, tomam decisões) (GEROSA; FUKS; LUCENA, 2003). Para Baker, Greenberg e Gutwin (2001) existem dois tipos de comunicação: verbal, através de texto, vídeo, ou voz; e não verbal, através de elementos de percepção (i.e. teleapontadores, avatares). É importante que o sistema *groupware* disponibilize meios de comunicação adequados para que o grupo desenvolva suas atividades em conjunto.

RT3 – Coordenação. A coordenação permite a organização do grupo para evitar que esforços de comunicação e cooperação sejam perdidos. Adicionalmente, a coordenação permite que as tarefas sejam realizadas na ordem certa, no momento certo e sem ignorar as restrições impostas (RAPOSO et al., 2001). Ao realizar tarefas em grupo, cada integrante deve compreender o que deve ser realizado pelo grupo para que obtenham sucesso. Sem a coordenação, os participantes podem vir a desenvolver tarefas conflitantes ou repetitivas (GEROSA; FUKS; LUCENA, 2003).

RT4 – Eficiência. A eficiência está relacionada com os resultados obtidos na utilização do sistema, que devem ser satisfatórios para que o grupo continue motivado a utilizá-lo (BERKENBROCK, 2009). A eficiência está relacionada com a facilidade de uso e o nível de produtividade atingido pelo usuário (BERKENBROCK, 2009), e com a participação (**RT5**).

RT5 – Participação. Conforme apresentado na Seção 2.2.1, informações de percepção aumentam a participação e a motivação, levam a um equilíbrio na participação, a uma maior coordenação e regulação das atividades, e a um desempenho maior do grupo (ZUMBACH; HILLERS; REIMANN, 2004; JANSSEN; ERKENS; KIRSHNER, 2011). O sistema deve apresentar elementos de percepção adequados para que o grupo atinja, além da eficiência na realização de suas atividades (**RT4**), um equilíbrio na participação. Cada participante deve ter o conhecimento das ações dos demais (i.e. O que cada um está fazendo? Quanto cada um está contribuindo? Quanto falta para completar a tarefa?) (SANTOS; TEDESCO; SALGADO, 2011). Conhecendo as ações dos demais é possível medir a quantidade de seu próprio trabalho e, desta forma, perceber o quanto está participando nas atividades desenvolvidas pelo grupo.

RT6 – Gerenciamento do grupo. Considerando os aspectos de usabilidade, um dos problemas existentes é a dificuldade em iniciar uma sessão colaborativa (BERKENBROCK, 2009). Em *groupwares* é preciso simplificar o gerenciamento de uma nova sessão, fornecendo mecanismos que possibilitem ao usuário encontrar outros participantes e iniciar a tarefa colaborativa (PINELLE et al., 2009).

3.3.4 Requisitos de usuário

Requisitos de usuário (**RU**) estão relacionados com os aspectos da utilização do sistema. Foram selecionados quatro aspectos princi-

país do usuário que devem ser considerados: gerenciamento de erros, assegurar a privacidade, evitar a intrusividade e garantir controle do usuário.

RU1 – Gerenciamento de erros. Ajudar o usuário a reconhecer, diagnosticar e corrigir erros (MACK; NIELSEN, 1994). O sistema deve procurar solucionar eventuais erros de forma transparente (i.e. inconsistência dos dados, desconexões), caso haja a necessidade de intervenção do usuário, a mensagem de erro deve ser informada de forma clara, apresentando o problema e sugerindo uma solução. Ao desenvolver um sistema é importante adotar medidas para que sejam eliminadas as condições que podem levar a ocorrência de erros.

RU2 – Assegurar privacidade. Como apresentado na Seção 2.2.2, um dos desafios em prover informações de percepção é assegurar a privacidade do usuário (i.e. Que informações são compartilhadas? Quem pode ter acesso a estas informações?) (HAKKILA; MANTYJARVI, 2006). É importante que a privacidade do usuário seja assegurada pela aplicação, e nenhuma informação pessoal deve ser compartilhada sem o consentimento do usuário.

RU3 – Evitar a intrusividade. Como discutido na Seção 2.2.2, além da privacidade e da sobrecarga de informação, uma das preocupações em assegurar informações de percepção é a intrusividade. Deve-se evitar ao máximo interromper o usuário com informações desnecessárias (i.e. mensagens de erro, alertas, notificação) (HAKKILA; MANTYJARVI, 2006; PAPADOULOS, 2006). Deve-se utilizar meios para que as informações sejam apresentadas para o usuário de modo não intrusivo.

RU4 – Controle do usuário. O usuário deve ter o controle do dispositivo, e deve ter a possibilidade de decidir se ações frequentes podem ser executadas de forma automática ou se o sistema deve solicitar a confirmação do usuário (HAKKILA; MANTYJARVI, 2006). Quando uma ação é executada pela primeira vez no sistema, é apresentada uma solicitação ao usuário, juntamente com uma opção para que esta ação seja realizada de forma automática (i.e. selecionar uma ação desejada e confirmar uma opção do tipo “Não exibir esta mensagem novamente”).

3.3.5 Requisitos do dispositivo

Dispositivos móveis apresentam algumas características que os diferencia dos computadores convencionais. Para aplicações de *groupwa-*

res móveis, foram definidos três requisitos (RD): heterogeneidades, uso dos recursos, e mobilidade.

RD1 – Heterogeneidade. Dispositivos móveis são por natureza heterogêneos. São diversas as arquiteturas, especificações de *hardware*, e sistemas operacionais (conforme apresentado na Seção 2.4.2). Um dos problemas em se desenvolver aplicações móveis é suportar a heterogeneidade dos dispositivos e de seus sistemas operacionais. Uma saída para este impasse é desenvolver aplicações voltadas para a web, assim qualquer dispositivo com um navegador e acesso à internet pode utilizar a aplicação. Em aplicações que são desenvolvidas especificamente para uma plataforma (i.e. Android, iOS) os aspectos de heterogeneidade ficam limitados.

RD2 – Uso dos recursos. Como apresentado na Seção 2.4.1, dispositivos móveis apresentam algumas características próprias (i.e. reduzida capacidade de processamento, bateria, memória, armazenamento e comunicação de rede), assim como interface reduzida (dimensões da tela) (OLIVER, 2007; NORSATI; KARIMI; HASANVAND, 2012). Ambientes com disponibilidade de recursos limitados exigem que cuidados adicionais sejam tomados já no desenvolvimento das aplicações. Utilizar de forma inteligente os recursos de rede e processamento pode maximizar a vida da bateria bem como reduzir custos (no caso da utilização de um pacote de dados móvel).

RD3 – Mobilidade. Ao desenvolver aplicações para dispositivos móveis deve-se considerar os aspectos de mobilidade que esta plataforma fornece. A interação deve ser facilitada (**RA2**) pelo fato de que o usuário pode interagir com o ambiente ao mesmo tempo em que utiliza o dispositivo (**RA7**) (HAKKILA; MANTYJARVI, 2006).

3.3.6 Métricas de avaliação

Uma forma de avaliar a usabilidade em *groupwares* móveis é utilizando-se de métricas (BERKENBROCK, 2009). Para realizar a avaliação dos requisitos RA, RT, RU e RD, levantados nas Seções 3.3.2, 3.3.3, 3.3.4 e 3.3.5, é utilizado um conjunto de 23 métricas de avaliação. Este conjunto de métricas foi desenvolvido com base nas métricas apresentadas por Berkenbrock (2009), juntamente com trabalhos da literatura que definem requisitos/elementos que influenciam no suporte à percepção em *groupwares* móveis (sumarizados na Tabela 3.3). A Tabela 3.4 apresenta a relação das métricas de avaliação utilizadas.

Tabela 3.4 – Métricas de avaliação.
 (Acervo do autor)

#	Descrição da métrica
M1	Número de elementos de percepção apresentados.
M2	Número de elementos de percepção identificados.
M3	Número de elementos de percepção não identificados.
M4	Nível de intrusividade durante a colaboração (interrupções).
M5	Número de erros e/ou dados inconsistentes gerados pelo usuário.
M6	Tempo de resposta do sistema para atualizar a interface móvel (<i>feedforward</i>).
M7	Tempo gasto para iniciar uma seção colaborativa.
M8	Nível de dificuldade para entender as suas próprias ações realizadas (<i>feedback</i>).
M9	Nível de dificuldade para identificar as ações dos demais participantes (<i>feedthrough</i>).
M10	Nível de dificuldade para identificar o próximo passo a ser tomado.
M11	Nível de dificuldade para identificar o quanto falta para completar as tarefas colaborativas.
M12	Nível de dificuldade para identificas as atividades já realizadas pelo grupo (histórico).
M13	Nível de dificuldade para identificar o <i>status</i> dos demais participantes.
M14	Nível de esforço necessário para realizar as atividades colaborativas.
M15	Nível de dificuldade para alternar entre as telas/atividades da ferramenta.
M16	Nível de dificuldade para utilizar o <i>smartphone</i> .
M17	Nível de dificuldade para apreender a utilizar a ferramenta.
M18	Nível de satisfação ao realizar as atividades colaborativas.
M19	Nível de personalização permitidos pela ferramenta.
M20	Nível de utilização dos recursos de memória, processamento, armazenamento e rede de dados.
M21	Abrangência de mercado dos dispositivos e/ou plataforma(s) alvo.
M22	Capacidade de o sistema automaticamente coletar, interpretar e agir sobre eventos que ocorrem no ambiente do usuário.
M23	Acesso aos dados compartilhados.

3.3.7 Rastreabilidade requisito vs. métricas

A Tabela 3.5 apresenta a rastreabilidade entre os requisitos levantados nas Seções 3.3.2, 3.3.3, 3.3.4 e 3.3.5, com suas respectivas métricas de avaliação (Seção 3.3.6). Esta rastreabilidade foi definida com base no trabalho de Berkenbrock (2009) e demais trabalhos da literatura que definem requisitos de design para aplicações *groupware* (sumarizados na Tabela 3.3).

Tabela 3.5 – Rastreabilidade requisitos vs. métricas.
(Acervo do autor)

Requisito	Métricas de avaliação
RA1	(M1; M2; M3)
RA2	(M4; M14)
RA3	(M6; M8; M9)
RA4	(M1; M2; M3)
RA5	(M4; M5)
RA6	(M15)
RA7	(M22)
RA8	(M4; M6)
RA9	(M1; M2; M3, M22)
RA10	(M6)
RA11	(M5)
RT1	(M16; M17)
RT2	(M8; M9; M10; M11; M12; M13)
RT3	(M8; M9; M10; M11; M12; M13)
RT4	(M14; M15)
RT5	(M8; M9; M10; M11; M12; M13; M18)
RT6	(M7; M9; M13)
RU1	(M5)
RU2	(M23)
RU3	(M4)
RU4	(M19)
RD1	(M21)
RD2	(M20)
RD3	(M14; M16; M22)

4 METODOLOGIA

O método de pesquisa utilizado é a pesquisa-ação ou *action research*. Este método permite um duplo objetivo de pesquisa (**pesquisa** – para ampliar o conhecimento científico; e **ação** – para prover melhorias na organização ou ambiente de estudo) (KOCK; MCQUEEN; SCOTT, 1997). Baskerville e Wood-Harper (1996) salientam que a pesquisa-ação é uma das poucas abordagens de pesquisa válidas para estudar os efeitos de alterações específicas de sistemas em organizações humanas.

Existem algumas variantes desta metodologia, como *canonical action research*, *participatory action research*, *group inquiry*, *action learning*, *action science*, e *cooperative inquiry* (BASKERVILLE, 1999; FILIPPO, 2011). Contudo, apesar de suas nuances, essas metodologias apresentam características comuns (CUNHA; FIGUEIREDO, 2002):

- i) Atuam em um problema real, com duplo objetivo – melhorias no ambiente e expansão dos conhecimentos sobre o problema;
- ii) São realizadas em ciclos, onde uma sequência de passos é realizada iterativamente;
- iii) Permitem a participação ativa do pesquisador no problema;
- iv) Permitem que o pesquisador relate suas reflexões sobre a pesquisa;
- v) São predominantemente qualitativas, embora em alguns casos possa utilizar análise quantitativa.

Na pesquisa-ação o pesquisador participa da busca de uma solução, atua e interfere com ações. A pesquisa-ação é uma das poucas abordagens de pesquisa que pode ser utilizada para estudar os efeitos de alterações específicas em metodologias de desenvolvimento de sistemas em organizações humanas (BASKERVILLE; WOOD-HARPER, 1996).

Este método de pesquisa é indicado para investigar o desenvolvimento, a implantação e o uso de sistemas colaborativos. A pesquisa-ação assemelha-se ao desenvolvimento de um *software* por prototipação ou de uma consultoria (FILIPPO, 2011).

Além do duplo objetivo, a pesquisa-ação se diferencia dos demais métodos de pesquisa pelo foco e pela posição do pesquisador ao longo

do processo. O foco está na investigação de questões de pesquisa para compreensão de um problema e de ações para solucioná-lo (dentro de um contexto específico). Não busca a corroboração ou refutação de uma hipótese (FILIPPO, 2011).

Na pesquisa-ação o pesquisador assume um papel de não neutralidade, ou seja, participa da busca de uma solução, atua e interfere com ações, e integra-se aos membros na organização onde a pesquisa é realizada (FILIPPO, 2011). O pesquisador pode assumir o papel de *insider* quando pertence à organização ou ambiente de estudo, ou *outsider* quando é uma pessoa externa. No primeiro caso, há a vantagem de o pesquisador conhecer o ambiente e saber previamente as dificuldades, limitações, e detalhes envolvidos. No segundo caso, o pesquisador tem uma visão mais neutra da situação.

Quanto a validade e repetição da pesquisa, duas características devem ser observadas (FILIPPO, 2011). Na pesquisa-ação, como o alvo de estudo é um ambiente/situação real, adota-se os conceitos de *reco-verability* (repetição da pesquisa está restrita a contextos similares) e *transferability* (o conhecimento não é generalizável, mas apenas transferido de um contexto emissor para outro receptor).

4.1 CICLOS DA PESQUISA-AÇÃO

A pesquisa-ação é realizada em ciclos iterativos, o que permite o refinamento do conhecimento e aumenta o rigor da pesquisa (FILIPPO, 2011). Cada ciclo é formado por várias etapas. Neste trabalho são adotados ciclos divididos em cinco etapas: **diagnosticar, planejar ação, intervir, avaliar e refletir** (SUSMAN; EVERED, 1978; BASKERVILLE, 1999; FILIPPO, 2011). Embora haja cinco etapas pré-estabelecidas, a pesquisa-ação é flexível e permite a realização de etapas simultâneas.

Diagnosticar. Corresponde na identificação dos problemas da organização ou ambiente de estudo, através da interpretação do pesquisador (BASKERVILLE, 1999). No primeiro ciclo é realizada a identificação dos problemas em potencial e que devem ser adotados medidas (mas adiante na etapa intervenção) para sua solução. Nos demais ciclos da pesquisa, esta etapa é realizada com base nos resultados e reflexões obtidas nas etapas anteriores (retroalimentação da pesquisa).

Planejar ação. São especificadas quais ações serão adotadas (intervenção) para resolver ou reduzir os problemas investigados (BAS-

KERVILLE, 1999; CUNHA; FIGUEIREDO, 2002). São estabelecidos quais dados serão coletados, e como será realizada a sua coleta e análise.

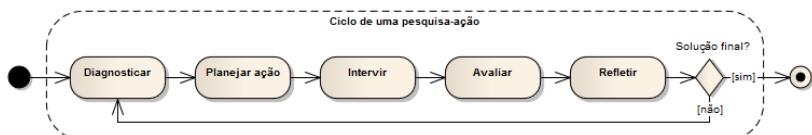
Intervir. Nesta etapa são executadas as ações que buscam a solução para os problemas e/ou a uma melhoria da situação (BASKERVILLE, 1999; FILIPPO, 2011). Juntamente com a intervenção é realizada a coleta dos dados.

Avaliar. Após a intervenção é realizada a análise das soluções encontradas com base nos dados coletados (BASKERVILLE, 1999). Busca-se identificar quais foram as melhorias geradas pela intervenção e se estas melhorias foram causadas efetivamente pelas medidas tomadas na fase anterior.

Refletir. Nesta etapa é realizada a identificação e descrição dos resultados com base nas informações obtidas nos ciclos anteriores (BASKERVILLE, 1999). Na última etapa do ciclo são realizadas reflexões (o pesquisador juntamente com os demais envolvidos no problema) para verificar a necessidade de realizar um novo ciclo (FILIPPO, 2011).

A sequência de passos de um ciclo da pesquisa-ação é dada conforme exibida na Figura 4.1 (FILIPPO, 2011).

Figura 4.1 – Ciclo da pesquisa-ação.
(FILIPPO, 2011)



4.2 CICLOS REALIZADOS

Nesta pesquisa foram realizados 2 ciclos da pesquisa-ação. No primeiro ciclo de pesquisa, foram aplicadas técnicas de visualização e filtragem de informações de percepção em um jogo colaborativo. Estas técnicas foram avaliadas com base em um conjunto de requisitos para desenvolvimento de *groupwares* móveis e métricas de avaliação (apresentados na Seção 3.3).

Com base nos resultados obtidos, foi realizado um segundo ciclo de pesquisa com o objetivo de reduzir/eliminar os problemas identifica-

dos no ciclo anterior, relacionados com os requisitos de percepção (RA) e do usuário (RU).

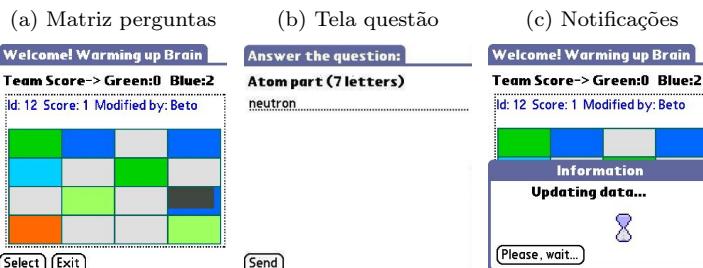
4.3 CICLO 1

Neste primeiro ciclo, as técnicas de visualização e filtragem de informações de percepção foram aplicadas em um jogo colaborativo de perguntas e respostas intitulado de *Warming Up The Brain*, apresentado no trabalho de Berkenbrock (2009). Para verificar a aplicabilidade das técnicas de visualização e filtragem empregadas (descritas nas Seções 3.1 e 3.2) é utilizado um conjunto de requisitos para desenvolvimento de *groupwares* móveis, conforme apresentados na Seção 3.3.

O jogo *Warming Up The Brain* foi inicialmente desenvolvido para dispositivos móveis com suporte à plataforma J2ME (Java 2 Micro Edition). O jogo consiste em uma matriz bidimensional contendo em cada uma das células uma pergunta (Figura 4.2a). A pergunta é exibida ao participante apenas quando este selecionar uma célula válida (Figura 4.2b).

Ao responder corretamente uma pergunta, é contabilizado um ponto para a equipe. Caso a pergunta seja respondida incorretamente, decrementa-se um ponto da equipe. Caso outro membro da equipe responda a mesma pergunta corretamente, a penalidade é anulada, mas se a outra equipe responder, esta receberá dois pontos e a penalidade é aplicada. Deste modo, responder incorretamente uma pergunta acarreta em possível penalidade para uma equipe, e em uma oportunidade de conseguir pontos extra para a outra.

Figura 4.2 – Telas do jogo por Berkenbrock (2009).
(BERKENBROCK, 2009)



Para identificar o *status* de cada pergunta na matriz, como exibido na Figura 4.2a, foram utilizadas as seguintes cores (BERKENBROCK, 2009):

- Cinza claro. A pergunta não foi respondida, e está disponível para ser escolhida por uma das duas equipes;
- Azul escuro/verde escuro. A equipe azul/verde acertou esta questão. A questão não pode ser mais respondida por nenhuma das equipes;
- Azul claro/verde claro. A equipe azul/verde respondeu incorretamente esta pergunta. A equipe que respondeu a questão sofre a penalidade de menos um ponto, e esta pergunta passa a valer dois pontos para a equipe adversária;
- Vermelho. A pergunta está sendo respondida por algum jogador, e nenhum outro jogador tem acesso a ela;
- Cursor preto. Indica a posição da matriz que está sendo respondida pelo participante.

4.3.1 Diagnosticar

O estudo de caso realizado com a versão do jogo *Warming Up The Brain* (BERKENBROCK, 2009) mostra que os jogadores têm dificuldades para identificar quem são os integrantes da sua equipe e os da equipe adversária. O jogo não disponibiliza ferramentas de comunicação, como por exemplo *chat* entre os jogadores, o que dificulta a interação e aumenta a sensação de isolamento. Na matriz de questões (Figura 4.2a) é indicada apenas a cor da equipe que detém aquela posição. É necessário selecionar a questão para ter conhecimento sobre o último jogador que alterou o *status* da pergunta.

A interface do jogo é apresentada da forma WYSIWIS – O que você vê é o que eu vejo – sendo que não há distinção das interfaces para as duas equipes (verde e azul). Caso o jogador venha a mudar de equipe em uma nova partida, este deve recordar constantemente que as cores que antes indicavam as questões de sua equipe agora indicam a equipe adversária.

O esquema de cores utilizado pode ocasionar uma sobrecarga de informação ao usuário, pois este deve memorizar previamente o que cada uma das cores significa. As cores utilizadas para identificar os

possíveis *status* das questões não são intuitivas (matriz de questões, conforme Figura 4.2a). Para identificar que uma questão foi respondida incorretamente por uma das equipes foram utilizadas as cores azul claro – equipe azul errou a questão, e verde claro– equipe verde errou a questão. Dependendo das configurações ou qualidade da tela do dispositivo, pode não haver uma distinção adequada entre as cores (i.e. azul escuro/azul claro, verde escuro/verde claro).

As mensagens de notificação (Figura 4.2c) são apresentadas ao usuário utilizando-se de caixas de diálogo do tipo *alert*, ocasionando intrusividade. Nos experimentos realizados por Berkenbrock (2009), 33% dos participantes relataram que sua atenção foi prejudicada quando era exibida a mensagem de sincronização das informações.

4.3.2 Planejar ação

Para prover informações de percepção de presença e da estrutura do grupo, assim como possibilitar maior interação social entre os integrantes, foi projetada uma tela que contém uma lista de participantes (Figura 4.3) e um *chat* (Figura 4.4).

Através da tela lista de participantes é possível ter acesso a informações de percepção social e de presença: quem está participando, se estão ativos, onde eles estão, e o que estão fazendo. Para apresentar as informações de percepção nesta tela foram utilizados as técnicas lista de usuários, ícones representativos, e cores (descritas na Seção 3.1). A informação sobre o *status* do participante é apresentada tanto na forma de ícone (item 1 na Figura 4.3), quanto na forma textual (item 2 na Figura 4.3). Na parte superior da tela há a possibilidade do participante alternar entre as telas lista de participantes e *chat* através das abas. Para facilitar a comunicação com os demais integrantes da equipe, foi disposto na parte inferior um campo para que o participante envie mensagens ao *chat* do grupo.

As opções utilizadas para indicar o *status* do participante foram: *online*, *offline*, *away*, *chat* e *work* (Tabela 4.1).

A tela de *chat* (Figura 4.4) permite que o usuário perceba quais são os usuários que estão interagindo, se alguém tem alguma dificuldade e quem está trocando informações. Para facilitar a interação entre os participantes, verificar quem está interagindo, bem como verificar o quanto o participante está interagindo com o grupo, foi desenvolvido um *chat* em forma de balões (o que analogicamente representa um diálogo de grupo). Os balões em vermelho (item 1 na Figura 4.4) representam

Tabela 4.1 – Possíveis status do participante.
(Acervo do autor)

Ícone/ Avatar					
Cor	(online)	(offline)	(away)	(chat)	(work)

as mensagens enviadas pelos demais integrantes da equipe, e os balões em azul (item **2** na Figura 4.4) representam as mensagens escritas pelo participante. Esta distinção de cores permite que o usuário identifique rapidamente o quanto ele está participando/interagindo com o grupo. Na parte inferior do *chat* está disposto o campo para o participante interagir com o grupo.

Na tela principal do jogo, o quadro de questões, como apresentado na Figura 4.5, foram utilizados conceitos de teleapontadores, visão periférica, ícones representativos e cores.

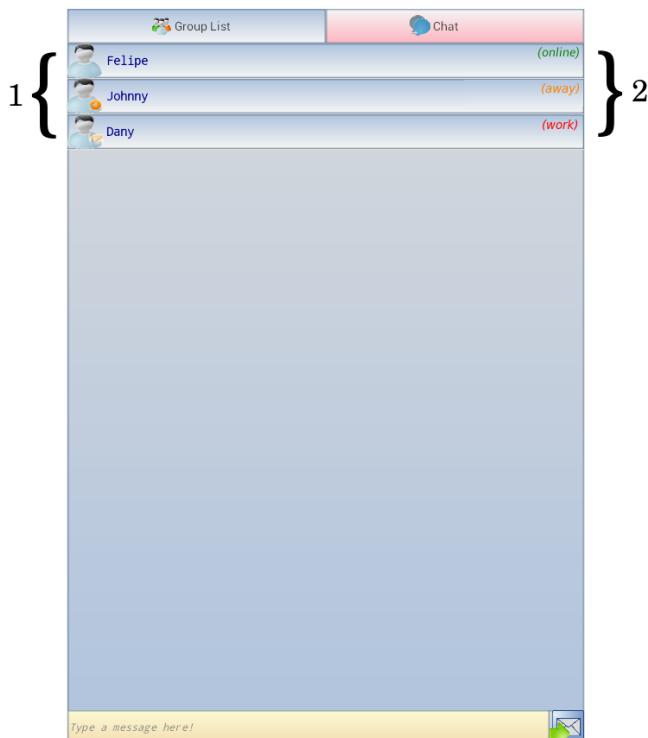
Os teleapontadores, ícones representativos e cores foram utilizados em conjunto nas questões do jogo para indicar onde os integrantes estão trabalhando, o que estão fazendo, e quais artefatos estão utilizando (item **3** na Figura 4.5).

Informações periféricas (item **2** na Figura 4.5) são utilizadas para apresentar: na parte superior da tela, uma visão geral dos grupos (número de participantes ativos, quantidades de questões corretas, e a pontuação da equipe – itens **1** e **2** da Figura 4.5); na parte inferior, mensagens ao usuário de forma não intrusiva (através do terminal – item **5** da Figura 4.5).

Os elementos de percepção estão dispostos na tela quadro de questões (Figura 4.5) da seguinte forma: **1** – apresenta a visão geral sobre o grupo do participante; **2** – apresenta a visão geral sobre o grupo adversário; **3** – matriz de questões; **4** – ícone que indica a quantidade de mensagens não lidas no *chat* do grupo; **5** – apresenta o terminal da aplicação.

Através da tela quadro de questões é possível ter acesso às seguintes informações (item **1** na Figura 4.5): percepção do espaço de trabalho (Onde os outros estão trabalhando? O que eles estão fazendo? O que eles já fizeram?); percepção da tarefa (O que eu sei sobre esta tarefa? O que os outros sabem? Quais passos devem ser seguidos? O que é necessário para completar a tarefa?); percepção de presença (Quantos

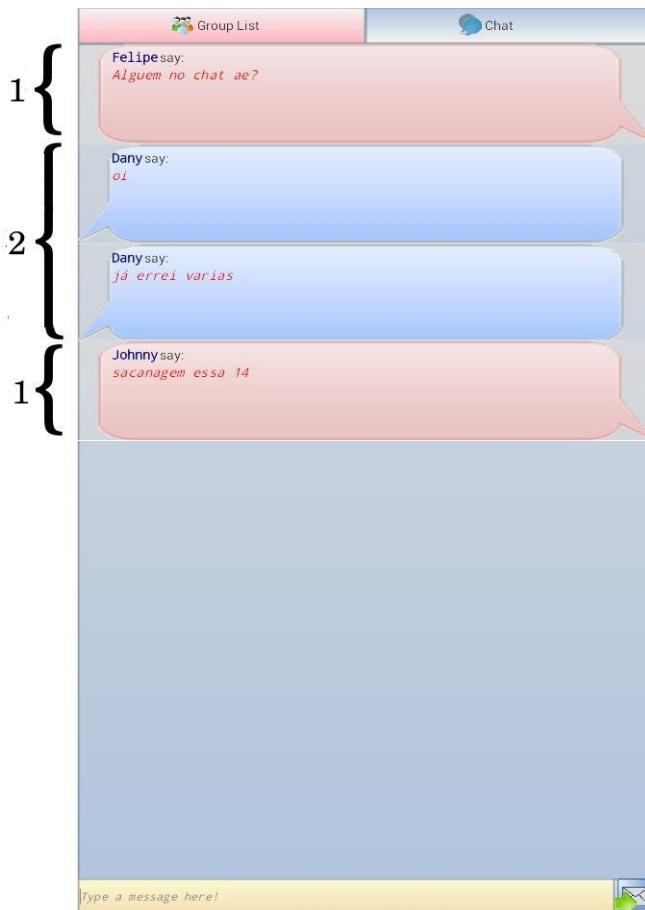
Figura 4.3 – Tela lista de participantes: 1 - nome e *status* do participante; 2 - *status* do participante.
 (Acervo do autor)



usuários existem nas equipes? Quem está trabalhando?); e percepção da situação (Qual o *status* atual do jogo? Como posso ajudar? O que deve ser feito na sequência?). De forma mais sucinta ter acesso a informações de percepção conceitual (Como a tarefa se encaixa no que eu sei? O que preciso saber a mais? Como posso ajudar a completar a tarefa?).

As telas de *chat*, lista de participantes e quadro de questões possibilitam ao usuário o acesso a informações de percepção da estrutura do grupo. A tela *chat* permite ter acesso ao posicionamento de cada participante, seus sentimentos, bem como seus interesses. As telas lista de participantes e quadro de questões possibilitam visualizar onde os membros do grupo estão e o que estão fazendo.

Figura 4.4 – Tela *chat*: 1 - mensagens enviadas pelos demais participantes; 2 - mensagens enviadas pelo usuário.
 (Acervo do autor)



O terminal disposto na parte inferior da tela quadro de questões (item 5 na Figura 4.5) permite ao usuário ter acesso a informações de percepção histórica (histórico de suas ações e dos demais participantes). Basicamente são apresentados nele informações sobre “quem?” e “o quê?”, ordenadas em função do tempo.

Em cada questão (Figura 4.6) é apresentado: **1** – o nome do participante que detém aquele *widget*; **2** – o número da questão; **3** –

Figura 4.5 – Tela quadro de questões: 1 - visão geral do grupo do participante; 2 - visão geral do outro grupo; 3 - matriz de questões; 4 - ícone de acesso ao chat; 5 - terminal da aplicação.
 (Acervo do autor)



um ícone, utilizado para facilitar na percepção do *status* no qual aquela questão se encontra.

Para apresentar informações de percepção nas questões foram utilizados ícones representativos e cores: os ícones representam informações sobre “quem?” (eu, meu grupo, outro grupo); as cores apresentam informações sobre “o que?” (correto, incorreto, bloqueado e disponível). Os ícones dispostos nas questões servem ainda como tele-apontadores, indicando em que parte do jogo os participantes estão trabalhando.

Figura 4.6 – Elementos de percepção nas questões: 1 - nome do participante que detém o *widget*; 2 - número da questão; 3 - ícone que representa o *status* da questão.
(Acervo do autor)



Para evitar a sobrecarga de informações e a intrusividade foi utilizada em dois pontos da aplicação a filtragem de informações de percepção. Esta filtragem foi desenvolvida com base no contexto do usuário, como apresentado no trabalho de Kirsc-Pinheiro et al. (2005). A filtragem das informações foi realizada em função do grupo. Neste ciclo, a filtragem de informações é dada de forma automática, com base nas informações de contexto (ações disparadas pelo contexto – conforme apresentado na Seção 3.2).

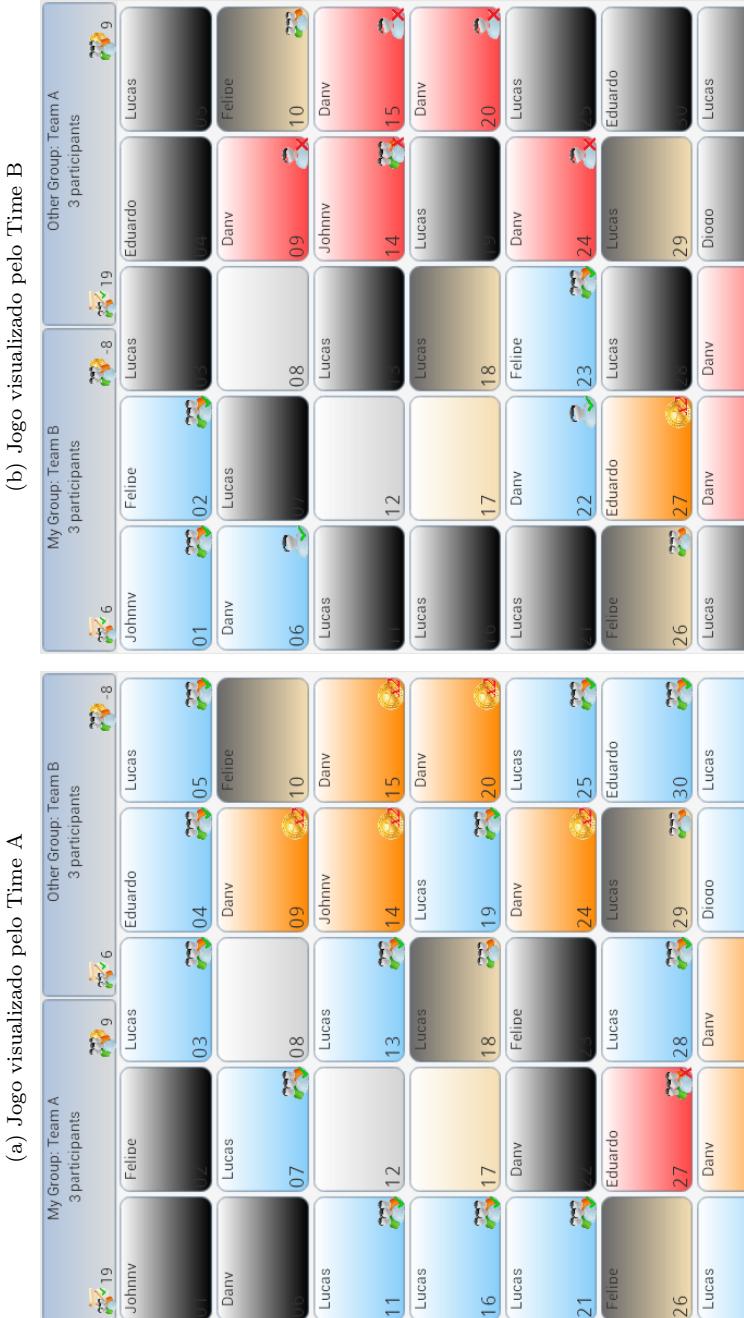
O primeiro ponto no qual a filtragem foi aplicada é nas questões da tela quadro de questões. O antigo esquema de cores utilizado na aplicação descrita no trabalho de Berkenbrock (2009) foi abandonado. Em seu lugar foi proposta uma nova interface do tipo WYSIWIS, porém agora considerando o contexto do grupo. Independentemente do time escolhido (agora Time A ou Time B), as cores sempre terão o mesmo significado, como apresentado na Tabela 4.2.

As Figuras 4.7a e 4.7b apresentam a filtragem das informações apresentadas na tela quadro de questões. A Figura 4.7a representa a tela visualizada por um integrante do Time A. A Figura 4.7b representa a tela visualizada por um integrante do Time B.

Tabela 4.2 – Possíveis *status* de uma questão.
 (Acervo do autor)

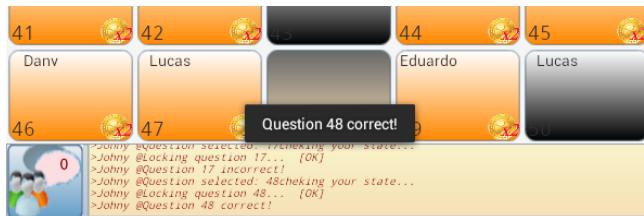
 01	Questão correta; O jogador acertou a questão;
 02	Questão correta; Alguém da equipe acertou a questão;
 03	Questão desperdiçada; Outra equipe acertou a questão;
 04	Questão incorreta; O jogador errou a questão;
 05	Questão incorreta; Alguém da equipe errou a questão;
 06	Questão de ouro (pontuação em dobro); Outra equipe errou a questão;
 07	Questão bloqueada; O jogador selecionou a questão;
 08	Questão bloqueada; Alguém da equipe selecionou a questão;
 09	Questão bloqueada; Outra equipe selecionou a questão;
 10	Questão em branco; Ninguém escolheu a questão;

Figura 4.7 – Filtragem das informações do jogo.
 (Acervo do autor)



O segundo ponto da aplicação que utilizou a técnica de filtragem foi o terminal, assim apenas as informações do grupo são apresentadas ao usuário. Informações mais relevantes (i.e. questão respondida correta/incorrectamente, entrada/saída de integrantes na equipe, etc.) são apresentadas utilizando-se *toasts* – uma mensagem na forma de *popup* que é apresentada na parte inferior da aplicação e desaparece em poucos instantes. *Toasts* são utilizadas para fornecer informações de *feedback* sobre as tarefas do usuário (questão correta, questão incorreta, questão bloqueada). A Figura 4.8 apresenta um exemplo de mensagem através de *toasts*. As informações detalhadas sobre as ações do grupo são apresentadas no terminal (como apresentado na 4.8).

Figura 4.8 – Exemplo mensagem *toast* da aplicação.
(Acervo do autor)



Como o jogo colaborativo *Warming Up The Brain* foi projetado para ser utilizado em ambientes colocalizados (mesmo tempo e mesmo lugar – conforme apresentado na Tabela 2.1 da Seção 2.1), informações de contexto como localização, proximidade de pessoas e objetos, não são úteis para aplicar a filtragem de informações (i.e. todos os participantes terão por padrão as mesmas informações).

A Tabela 4.3 sintetiza os tipos de percepção utilizados para construir a interface do jogo neste ciclo. Conforme apresentado, alguns tipos de percepção não foram utilizados na interface. Estas informações de percepção não são dadas através de elementos específicos da interface, mas sim de uma compreensão geral de um conjunto de elementos/situações ao longo do trabalho colaborativo.

A Tabela 4.4 sintetiza as técnicas de visualização de informações empregadas.

Tabela 4.3 – Tipos de percepção utilizados na interface.
 (Acervo do autor)

Tipo de percepção	<i>chat</i>	Lista de par- ticipantes	quadro de questões	terminal
<i>workspace awareness</i>	x	x	x	x
<i>social awareness</i>	x	x		
<i>task awareness</i>		x		
<i>historical awareness</i>			x	
<i>presence awareness</i>	x	x	x	
<i>group-structural awareness</i>	x	x		
<i>context awareness</i>	x	x	x	x
<i>concept awareness</i>				
<i>situation awareness</i>				
<i>behavioral awareness</i>				
<i>cognitive awareness</i>				
<i>knowledge awareness</i>				

Tabela 4.4 – Técnicas de visualização de informações de percepção utilizadas na interface.
 (Acervo do autor)

Tipo de percepção	Visão peri-férica	Teleaponta-dores	Cores	Ícones / Avatar	Lista de participan-tes
<i>workspace awareness</i>	x	x	x	x	
<i>social awareness</i>	x		x	x	x
<i>task awareness</i>	x		x		
<i>historical awareness</i>	x				
<i>presence awareness</i>	x		x	x	x
<i>group-structural awareness</i>	x		x	x	x
<i>context awareness</i>	x	x	x	x	x
<i>concept awareness</i>					
<i>situation awareness</i>					
<i>behavioral awareness</i>					
<i>cognitive awareness</i>					
<i>knowledge awareness</i>					

4.3.3 Intervir

O jogo foi implementado com base na arquitetura cliente-servidor, e utiliza *sockets* como meio de comunicação. O servidor foi desenvolvido para plataforma J2SE 1.6 e o cliente foi desenvolvido para a plataforma Android 2.2 (API level 8 *Froyo*) ou superior. Para utilizar o sistema é necessário que os *smartphones* nos quais a aplicação cliente é executada estejam conectados com a aplicação servidor através da rede *WiFi*. Neste primeiro ciclo, o servidor suporta apenas a realização de uma sessão do jogo.

A aplicação servidor foi executada em um computador com as seguintes especificações: processador Intel Core i7 2.0GHz, 8GB de memória RAM, com SO Ubuntu Linux 13.04 *Raring Ringtail* 64 bits. Os dispositivos móveis utilizados foram: 5 *smartphones* Samsung S Duos GT-S7562, 768 MB de memória RAM, processador ARM Cortex-A5 1.0 GHz, com SO Android 4.0.2; e 1 *tablet* Samsung Galaxy Tab GT-P1000L, processador ARM v7 1.0 GHz, 512 MB de memória RAM, com SO Android 4.1.2.

Foram realizadas 7 rodadas do jogo: 3 rodadas com 9 alunos do grupo de pesquisa Banco de Dados e Engenharia de Software (BDES) da UDESC; e 4 rodadas com os 21 alunos da disciplina de Programação Orientada a Objetos (POO). Em cada uma das 3 rodadas no grupo de pesquisa, o jogo foi utilizado por 5 jogadores por aproximadamente 30 minutos. Em cada uma das 4 rodadas com os alunos da disciplina, o jogo foi utilizado por 6 jogadores por 15 minutos (3 alunos jogaram duas vezes).

Nas 3 rodadas realizadas com os integrantes do BDES as perguntas do jogo colaborativo foram de lógica e conhecimentos gerais da área da ciência da computação. Nas 4 rodadas realizadas na disciplina de POO as questões do jogo estavam relacionados aos principais conceitos da disciplina (classe, objeto, encapsulamento, herança, polimorfismo, associação, entre outros).

Antes de cada rodada, os jogadores participantes receberam a folha de instruções do jogo, conforme apresentado na Apêndice B. Após a leitura das instruções do jogo, a rodada foi iniciada. Ao final de cada uma das 4 rodadas realizadas com os alunos da disciplina de POO foi solicitado que os participantes respondessem um questionário (Apêndice C). Ao todo 19 questionários foram respondidos por alunos.

4.3.4 Avaliar

Como fontes de dados, foram utilizados os *logs* gerados pela aplicação (cliente e servidor), questionário (conforme apresentado na Apêndice C), comentários espontâneos feitos pelos participantes, e anotações do pesquisador.

Inicialmente é feita a análise individual de cada uma das métricas levantadas na Seção 3.3.6. Em seguida, com a utilização destas métricas, é feita a avaliação das técnicas de visualização e filtragem com base nos requisitos apresentados na Seção 3.3.

4.3.4.1 Resultados coletados (métricas)

Número de elementos de percepção apresentados (M1): Ao todo foram apresentados 25 elementos de percepção. A tela lista de participantes apresenta informações como: Quem está participando? Se estão ativos? Onde eles estão? Se podem ser perturbados? O que estão fazendo?; A tela *chat* apresenta informações como: Quem está interagindo? Com quem estão falando? No que estão interessados? Se alguém tem alguma dificuldade? Quem está trocando informações?; A tela quadro de questões apresenta informações como: Onde os outros estão trabalhando? O que eles estão fazendo? O que eles já fizeram? O que eu sei sobre esta tarefa? O que os outros sabem? Quais passos devem ser seguidos? O que é necessário para completar a tarefa? Quantos usuários existem nas equipes? Quem está trabalhando? Qual o *status* atual do jogo? Como posso ajudar? O que deve ser feito na sequência? Como a tarefa se encaixa no que eu sei? O que preciso saber a mais? Como posso ajudar a completar a tarefa?.

Número de elementos de percepção identificados (M2): Os participantes não tiveram problemas em identificar as informações de percepção apresentados na interface, conforme apresentado nas métricas M8, M9, M10, M11, M12, M13.

Número de elementos de percepção não identificados (M3): Alguns participantes tiveram problemas para identificar as informações do histórico das questões que pudessem auxiliar o jogador a medir seu próprio desempenho (Quantas perguntas eu errei? Quantas perguntas eu já visualizei? Quantos pontos eu obtive?).

Quanto às melhorias sugeridas pelos próprios participantes: diminuir o tempo de resposta de sincronização do quadro de questões, reduzir a quantidade de questões para dar mais espaço para o termi-

nal, apresentar um *feedback* quando o participante erra uma questão, apresentando uma justificativa para o erro (i.e. por que a alternativa escolhida é incorreta), mostrar pontuação ao final do jogo. Esta última melhoria, embora já implementada na aplicação, não foi apresentada aos participantes ao fim de cada rodada pois ainda existiam questões a serem respondidas.

Nível de intrusividade durante a colaboração (interrupções) (M4): Em uma das 7 rodadas do jogo houve desconexão da aplicação móvel devido a problemas da rede *WiFi*, fazendo com que a interface do usuário não fosse atualizada. Os fatores que prejudicaram os participantes durante a utilização do jogo colaborativo foram: ruídos no ambiente (42%), aproximação de pessoas (21%), local de realização do jogo (10%), problemas rede *Wifi* (10%), tempo de resposta (5%). 21% dos participantes indicaram mais de um fator.

Número de erros e/ou dados inconsistentes gerados pelo usuário (M5): Em 6 das 7 rodadas as informações apresentadas nas aplicações móveis estavam consistentes com as informações do servidor. Apenas na rodada em que houve problemas com a rede *WiFi* os dados presentes nas aplicações móveis não eram os mesmos do servidor.

Tempo de resposta do sistema para atualizar a interface móvel (feedforward) (M6): As informações dos dispositivos móveis são atualizadas num intervalo de 15 segundos. Este tempo foi estipulado para manter a interface móvel atualizada, sem comprometer o uso dos recursos do dispositivo (processamento, bateria, e uso da rede de dados).

A aplicação móvel realiza a sincronização das informações do jogo em intervalos de 15 segundos. Desta forma, em alguns casos os jogadores ao responder corretamente uma questão e retornar ao quadro de questões notavam que o *status* da questão ainda não estava como correta. Um participante relatou “respondi várias vezes uma mesma questão”. Outro comentou que “acabei de responder uma questão mas ela ainda está como não respondida”.

Tempo gasto para iniciar uma seção colaborativa (M7): O início da seção colaborativa (rodada do jogo) leva apenas o tempo necessário para os participantes informarem seus dados (nome, e-mail, time) e clicar em “Start the game”.

Nível de dificuldade para entender as suas próprias ações realizadas (feedback) (M8): 90% dos participantes relataram que conseguiram identificar quais foram as perguntas respondidas por ele, pela sua equipe ou pela equipe adversária. Destes, 52% relataram que foi extremamente fácil fazer a distinção do *status* das questões.

Nível de dificuldade para identificar as ações dos demais participantes (feedthrough) (M9): 58% relataram que conseguiram identificar em que parte do jogo os outros participantes estavam trabalhando, 10% relataram que conseguiram identificar parcialmente, 28% relataram que não conseguiram identificar, e 5% não responderam a pergunta. Dos que conseguiram identificar, a principal forma encontrada foi: pelo nome do participante (55%), pelas cores (10%), pelos ícones (10%). 25% não responderam.

Nível de dificuldade para identificar o próximo passo a ser tomado (M10): Com base nas métricas M8, M12, e M13, os jogadores conseguiram interpretar o que já foi feito pelo grupo, o *status* atual do jogo, bem como em quais partes do jogo os demais participantes estão trabalhando. Com base nestas informações, os participantes podem projetar as atividades futuras.

Nível de dificuldade para identificar o quanto falta para completar as tarefas colaborativas (M11): Com base nas informações da tela quadro de questões (i.e. matriz de questões e terminal) o usuário pode identificar o que já foi realizado (métrica M12). Com base neste conjunto de informações é possível verificar o que ainda falta para completar as tarefas (i.e. quais questões ainda não foram respondidas).

Nível de dificuldade para identificar as atividades já realizadas pelo grupo (histórico) (M12): 79% dos participantes relataram que foi fácil ou muito fácil identificar o *status* das questões pelo esquema de cores proposto. 10% relataram que tiveram dificuldades quanto ao tempo de resposta do quadro de questões.

Nível de dificuldade para identificar o status dos demais participantes (M13): 95% dos participantes do segundo grupo de estudo relataram que conseguiram identificar a presença dos demais jogadores ao longo do jogo e 5% relatou que conseguiu identificar parcialmente os demais jogadores.

Nível de esforço necessário para realizar as atividades colaborativas (M14): Os participantes relataram que o esforço necessário foi de $3,44 \sigma=0,83$ (1: muito esforço; 4: pouco esforço), ou seja, foi necessário pouco ou nenhum esforço do participante.

Nível de dificuldade para alternar entre as telas/atividades da ferramenta (M15): Com base nos resultados coletados, a utilização do jogo *Warming Up The Brain* demonstrou ser bastante simples. Para iniciar o jogo, basta informar o nome do jogador, seu *e-mail*, escolher o time (Time A ou Time B e clicar em “*Start the game*”). Na tela principal da aplicação (quadro de questões), com um único clique o participante tem acesso a lista de participantes (clicando na parte su-

terior da tela), ao *chat* do grupo (clicando no *widget* disposto na parte inferior da tela), e a questão (clicando em uma das questões da matriz). Para responder uma questão o usuário precisa de apenas três cliques (seleciona a questão na tela quadro de questões, seleciona a alternativa correta, e clica em “*Submit answer*”). Para alternar entre as telas *chat* e lista de participantes basta um clique na aba superior da tela.

Nível de dificuldade para utilizar o smartphone (M16): 90% dos participantes tiveram pouca ou nenhuma dificuldade em utilizar o *smartphone*.

Nível de dificuldade para apreender a utilizar a ferramenta (M17): 84% dos participantes acharam fácil ou muito fácil apreender a utilizar o jogo colaborativo (objetivos, regras, funcionalidades, e interface).

Nível de satisfação ao realizar as atividades colaborativas (M18): A avaliação do jogo foi positiva, conforme relatos obtidos dos participantes: “Achei interessante e divertido!”, “Foi uma ótima experiência para testar meus conhecimentos de uma maneira prática e interativa”; “Jogo muito legal e viciante pelo fato de ser jogado em grupo. Muito bom!”. “Divertido e auxilia no aprendizado”, “Muito divertido e ao mesmo tempo dinâmico”, “Legal, poderia ser usado em prova”.

O grau de satisfação dos participantes foi de 3,5 e $\sigma=0,6$ (1: pouco satisfeito; 4: muito satisfeito), sendo que 58% relataram estar muito satisfeitos com o jogo cooperativo.

Nível de personalização permitidos pela ferramenta (M19): Neste primeiro ciclo da pesquisa, a possibilidade do usuário personalizar algumas funcionalidades da aplicação não foram consideradas (e.g funcionalidades de habilitar/desabilitar, memorizar decisões como “Não exibir esta mensagem novamente!”, “Relembrar minha decisão!”, etc.).

Nível de utilização dos recursos de memória, processamento, armazenamento e rede de dados (M20): O Jogo utiliza poucos recursos de hardware dos dispositivos móveis. A aplicação necessita de 1,82MB de espaço de armazenamento para ser instalada, e necessitou de menos de 2% dos recursos de processador e memória RAM dos dispositivos (conforme especificações apresentadas na Seção 4.3.3). Ao longo das 7 rodadas do jogo, a aplicação servidor enviou/recebeu cerca de 2MB de dados.

Abrangência de mercado dos dispositivos e/ou plataforma(s) alvo (M21): O jogo foi desenvolvido para ser utilizado em dispositivos móveis com o sistema operacional Android. Conforme apresentado na Tabela 2.2 da Seção 2.4.2, o Android possui atualmente 75% do mercado, sendo que a aplicação desenvolvida é compatível com a versão 2.2 (API level 8 *Froyo*). Segundo dados do Android (2013), aproximadamente 97% dos

dispositivos Android possuem uma versão igual ou superior à versão 2.2.

Capacidade de o sistema automaticamente coletar, interpretar e agir sobre eventos que ocorrem no ambiente do usuário (M22): Esta métrica diz respeito à capacidade do sistema ser consciente de contexto (*context-aware*), e com base nestas informações fornecer algum recurso/funcionalidade ou decidir se uma informação é ou não relevante (conforme apresentado na Seção 3.2).

Neste ciclo, a filtragem de informações de percepção foi realizada apenas com base em informações do grupo, pelo fato de ser um ambiente colocalizado. As características do dispositivo, como diferentes dimensões e resoluções de tela não foram consideradas. Em dispositivos com dimensão de tela reduzidos (i.e. *smartphones*) as informações se adaptaram bem à interface, entretanto em um dispositivo com dimensão maior (i.e. *tablet*) poderiam ser apresentado informações mais detalhadas; Outro problema encontrado é em relação a orientações do dispositivo, pois o jogo não se adaptou às mudanças de orientação.

Acesso aos dados compartilhados (M23): O jogo não permite ao usuário visualizar quais são as informações que estão sendo enviadas/recebidas ao longo da utilização do jogo. Entretanto, por padrão, as aplicações Android exibem quais são as funcionalidades/recursos que a aplicação tem permissão para acessar. A aplicação *Warming Up The Brain* tem duas permissões concedidas: comunicação de rede (ver conexões disponíveis, acessar rede *WiFi*), e ferramentas do sistema (conectar e desconectar-se da rede *WiFi*). A aplicação não tem permissões para acessar os dados do usuário nem o sistema de arquivos.

4.3.4.2 Análise dos resultados (requisitos)

A avaliação das técnicas de visualização e filtragem de informações de percepção por meio dos requisitos foi positiva.

Os requisitos de percepção foram em sua maioria atendidos. As métricas M1, M2, e M3 utilizadas para avaliar o *reconhecimento* (RA1), indicam que as principais informações de percepção (descritas na Seção 2.2.3) foram apresentadas na interface, sendo que os participantes conseguiram identificá-las de forma satisfatória. A métrica M3 indica que alguns elementos de percepção ainda não são apresentados na interface (i.e. desempenho individual do participante).

Os principais problemas relacionados com o *nível de atenção* (RA2) são oriundos de ruídos e aproximação de pessoas no ambiente

(métrica M4). Entretanto, estes problemas não evidenciaram que a utilização da ferramenta foi prejudicada, pois os participantes relataram que foi preciso pouco ou nenhum esforço para realizar as atividades (métrica M14).

As métricas M6, M8, e M9 indicam que jogo permitiu uma boa *retroalimentação* (RA3). Quanto à *filtragem de informações* (RA4), as métricas M1, M2, e M3, indicam que as técnicas utilizadas permitiram apresentar um grande conjunto de informações de percepção, e não houve problemas de sobrecarga de informações.

Para aplicar as técnicas de filtragem de informações de percepção, o sistema utilizou-se de informações de contexto (grupo do usuário). A métrica M22 indica que o requisito –*consideração do contexto* (RA7) não foi totalmente atendido. Informações de contexto adicionais (i.e. dimensão e orientação da tela) devem ser consideradas para melhorar a *filtragem das informações* (RA4).

As métricas M4 e M5 permitem avaliar positivamente o requisito *consistência e padrões* (RA5). As informações apresentadas na interface colaborativa mantiveram consistentes na maioria das rodadas (M5), poucos problemas e/ou interrupções foram ocasionados pela aplicação (i.e. problemas WiFi: 10%; tempo de resposta: 5%) (M4).

A métrica M15 indica que não houve problemas em alternar entre as telas/atividades do jogo (i.e. entrar no *chat*; acessar a lista de participantes; responder uma questão e voltar a tela quadro de questões). Entretanto, com base nas observações do pesquisador ao longo das 7 rodadas do jogo, alguns usuários tiveram certa dificuldade em sair das telas *chat* ou lista de participantes e retornar para a tela quadro de questões. Alguns jogadores perguntaram ao pesquisador “Como faço para retornar para a tela de questões?”, o que evidencia a fragilidade do jogo quanto aos aspectos do requisito *transição entre as atividades* (RA6).

Com relação às *mensagens de notificação* (RA8) apresentadas, os participantes relataram que a demora na sincronização das informações (M4), pode ter induzido o usuário ao erro (M6).

Quanto à *granularidade das informações* (RA9), as métricas M1, M2, e M3 indicam que as principais informações de percepção foram apresentadas. Entretanto, conforme discutido na métrica M22, em dispositivos com dimensões de tela maiores há a possibilidade de apresentar as informações em um nível maior de detalhe. Deste modo, este requisito foi parcialmente atendido, pois o sistema não permite a variação na granularidade das informações. Outro problema levantado é com relação à quantidade de informações de percepção que são apresen-

tadas na tela quadro de questões (conforme apresentado na Figura 4.5). Em dispositivos com tela reduzida (caso dos *smartphones* utilizados), percebe-se que as informações de percepção apresentadas nas questões do jogo estão condensadas e não há a possibilidade de o usuário escolher quais informações ele deseja visualizar.

O tempo de resposta para atualizar a aplicação permitiu manter os dados da interface consistentes (M6), sendo que pequenas inconsistências ao longo do jogo eram eliminadas a cada nova sincronização (realizada a cada 15 segundos) (M5). Estas duas métricas avaliam de forma positiva os requisitos *tempo de resposta* (RA10) e *acesso simultâneo* (RA11), respectivamente.

Os requisitos da tarefa colaborativa foram bem atendidos. As métricas M16 e M17 indicam que o *smartphone* e o jogo são fáceis de serem utilizados – requisito *aprendizado* (RT1). As métricas M8, M9, M10, M11, M12, e M13 avaliam positivamente os requisitos *comunicação* (RT2) e *coordenação* (RT3). Os jogadores não tiveram dificuldades em identificar suas próprias ações (M8), as ações dos demais participantes (M9), a disponibilidade dos demais participantes (M13), bem como o que já foi feito (M12), o que ainda falta fazer (M11), e o que deve ser realizado na sequência (M10).

Com relação à *eficiência* (RT4), as métricas M14, M15 indicam que as atividades colaborativas foram fáceis de serem realizadas e que a navegação entre as telas da aplicação foi rápida de ser realizada. As métricas M7 e M13 indicam que o *gerenciamento do grupo* (RT6) foi bastante simples. O tempo gasto para iniciar uma seção colaborativa foi rápido (M7) e os usuários facilmente identificaram os demais participantes (M13).

As métricas M8, M9, M10, M11, M12, M13, em conjunto com a métrica M18 indicam que os participantes conseguiram coletar informações de percepção que os ajudam na comunicação e coordenação de suas atividades e assim, sentiram-se mais motivados/satisfeitos em realizar as atividades colaborativas. Estas métricas avaliam positivamente o requisito *participação* (RT5).

Analisando as métricas M4, M5, M19, M23 podemos afirmar que os requisitos do usuário foram parcialmente atendidos. A métrica M5 indica que o jogo não possui um completo *gerenciamento de erros* (RU1).

A métrica M23 avalia positivamente a privacidade – *assegurar privacidade* (RU2). Apesar de não ser explicitado quais informações do usuário são ou não compartilhadas, o usuário pode visualizar o conjunto de recursos que a aplicação pode utilizar.

O requisito *evitar a intrusividade* (RU3) foi avaliado positivamente pela métrica M4, pois os usuários não relataram problemas com relação a apresentação das informações de percepção (i.e. mensagens de alerta, notificação). Conforme métrica M19, a aplicação não permite que o usuário personalize algumas ações – requisito *controle do usuário* (RU4).

Analizando as métricas M14, M16, M20, M21, e M22 podemos afirmar que os requisitos dos dispositivos foram bem atendidos. A métrica M21 indica que o aplicativo móvel é compatível com a maioria dos dispositivos do mercado – *heterogeneidade* (RD1). A métrica M20 indica que a aplicação não requer muitos recursos de armazenamento, memória, processamento e rede – *uso dos recursos* (RD2).

Como a aplicação é utilizada apenas em ambientes colocalizados, os aspectos de *mobilidade* (RD3) não são relevantes. Do mesmo modo, a facilidade de utilização do *smartphone* (M16), a facilidade em realizar as tarefas colaborativas (M14), e a capacidade de a aplicação coletar, interpretar e agir sobre informações do contexto do usuário (M22), permite que a aplicação dê suporte à mobilidade do usuário.

4.3.4.3 Síntese dos resultados

A Tabela 4.5 sumariza os resultados da avaliação das técnicas de visualização e filtragem de informações empregadas neste ciclo. Conforme observado, 15 requisitos foram atendidos, 8 foram parcialmente atendidos, e 1 não foi satisfatoriamente atendido.

Tabela 4.5 – Sumário da avaliação Ciclo 1.
(Acervo do autor)

Requisito	Comentários
RA1 - Reconhecimento	Requisito atendido. Foram apresentados 25 elementos de percepção.
RA2 - Nível de atenção	Requisito atendido. Necessário pouco ou nenhum esforço para realizar as atividades.
RA3 - Retroalimentação	Requisito atendido. O sistema permite um bom <i>feedback</i> , <i>feedforward</i> , e <i>feedthrough</i> .
RA4 - Filtragem de informações	Requisito parcialmente atendido. Não houve problemas de sobrecarga de informações. Principal problema: filtragem pode considerar outras informações de contexto.

RA5 - Consistência e padrões	Requisito atendido. Dados mantiveram-se consistentes, apesar de que em uma rodada houve problemas ocasionados pela desconexão dos dispositivos móveis.
RA6 - Transição entre atividades	Requisito parcialmente atendido. Navegação entre as telas não está intuitiva ao usuário.
RA7 - Consideração do contexto	Requisito parcialmente atendido. Jogo não considera dimensão e orientação da tela.
RA8 - Mensagens de notificação	Requisito parcialmente atendido. Principal problema: tempo de sincronização.
RA9 - Granularidade das informações	Requisito parcialmente atendido. Não há variação na granularidade das informações em diferentes resoluções de tela. Houve sobrecarga de informações na tela quadro de questões.
RA10 - Tempo de resposta	Requisito atendido. Dados da interface mantiveram-se consistentes.
RA11 - Acesso simultâneo	Requisito atendido. Dados da interface mantiveram-se consistentes.
RT1 - Aprendizado	Requisito atendido. <i>Smartphone</i> e jogo são fáceis de serem utilizados.
RT2 - Comunicação	Requisito atendido. O jogo apresenta mecanismos para a comunicação.
RT3 - Coordenação	Requisito atendido. Os jogadores conseguiram coordenar suas atividades.
RT4 - Eficiência	Requisito atendido. As atividades foram fáceis de serem realizadas.
RT5 - Participação	Requisito atendido. Jogadores sentiram-se motivados/satisfeitos em realizar as atividades colaborativas.
RT6 - Gerenciamento do grupo	Requisito atendido. Foi fácil iniciar uma sessão, e localizar os demais participantes.
RU1 - Gerenciamento de erros	Requisito parcialmente atendido. Jogo não recuperou-se de erros de rede (desconexão <i>WiFi</i>).
RU2 - Assegurar privacidade	Requisito parcialmente atendido. Jogador não tem acesso ao conjunto de dados que estão sendo compartilhados.
RU3 - Evitar intrusividade	Requisito atendido. Não houve problemas de intrusividade.

RU4 - Controle do usuário	Requisito não atendido. Não há a possibilidade de personalização.
RD1 - Heterogeneidade	Requisito atendido. Aplicativo compatível com a maioria dos dispositivos do mercado.
RD2 - Uso dos recursos	Requisito atendido. São necessários poucos recursos de armazenamento, memória, processamento e rede de dados.
RD3 - Mobilidade	Requisito parcialmente atendido. Aspectos de mobilidade não foram avaliados, embora a facilidade de uso e a utilização de informações de contexto dão suporte à mobilidade.

4.3.5 Refletir

A avaliação das técnicas de visualização e filtragem de informações de percepção por meio dos requisitos demonstra bons resultados. Os requisitos de percepção indicam que, por meio das técnicas de visualização utilizadas (visão periférica, teleapontadores, lista de participantes, ícones representativos, e cores), as principais informações de percepção foram apresentadas na interface colaborativa, e não houve problemas de intrusividade.

Os principais problemas encontrados no que diz respeito à apresentação das informações de percepção é com relação à tela dos dispositivos (i.e. dimensão e orientação). Esta característica implica na forma com que as informações devem ser apresentadas, e a filtragem de informações de percepção não considera este fator. Quanto ao tempo de sincronização, apesar de terem sido relatados alguns problemas, este tempo é julgado adequado para manter o equilíbrio entre: manter a interface atualizada e poupar os recursos do dispositivo (processamento, rede de dados e bateria).

Os requisitos da tarefa indicam que a ferramenta possibilitou a comunicação e a coordenação das atividades. Os jogadores participaram efetivamente das atividades e todos relataram que sentiram-se satisfeitos em realizar as atividades. Além disso, todos os participantes demonstraram interesse em continuar a utilizar a ferramenta. Os resultados obtidos indicam que os requisitos da tarefa foram atendidos.

Quanto aos aspectos do usuário na utilização do sistema (requisitos do usuário), a aplicação teve um desempenho abaixo do esperado. A aplicação não permite que o usuário visualize e/ou decida quais infor-

mações são ou não compartilhadas. Contudo, em ambientes colaborativos, onde há o compartilhamento de informações, um dos problemas é como permitir ao usuário ter acesso e poder de decisão sobre os dados compartilhados (HAKKILA; MANTYJARVI, 2006). Outro problema que requer atenção é o fato de o jogo não ter lidado de forma adequada com erros de rede.

Quanto aos aspectos dos dispositivos, os resultados indicam que todos os requisitos foram atingidos de forma satisfatória. A aplicação manteve em equilíbrio a apresentação das informações e os recursos do dispositivo.

Com base nos comentários dos participantes e nas observações do pesquisador foram identificados alguns problemas no jogo. Na tela quadro de questões, apresentada na Figura 4.5, as questões são apresentadas em quadros muito pequenos, sendo que alguns participantes relataram terem dificuldades em visualizar as informações detalhadas de cada questão. Como solução pode-se reduzir o número de questões do jogo ou criar diferentes fases para o jogo, para que em cada uma delas seja apresentado um conjunto menor de questões.

Um dos pontos negativos observados ao longo das intervenções é a baixa utilização da ferramenta de *chat*. Como foi disponibilizado pouco tempo em cada uma das rodadas (aproximadamente 15 minutos), os jogadores buscavam responder as questões mais curtas (aparentemente mais fáceis) e não procuraram interagir com o grupo. Em uma das rodadas, os jogadores do Time A utilizaram o *chat* para debater a resposta de uma questão.

4.4 CICLO 2

Neste segundo ciclo foram empregadas técnicas de filtragem de informações de percepção para buscar reduzir ou eliminar os problemas identificados pela avaliação dos requisitos.

4.4.1 Diagnosticar

Conforme reflexões do ciclo anterior (apresentadas na Seção 4.3.5), os principais problemas estão relacionados com os aspectos de percepção (requisitos RA4, RA6, RA7, RA8, e RA9) e do usuário (requisitos RU1, RU2, e RU4).

Em relação aos requisitos de percepção (RA), os principais problemas a serem melhorados neste ciclo são: Filtragem de informações (RA4) – a filtragem de informações de percepção não considera as características dos dispositivos (i.e.dimensão e orientação da tela); Transição entre atividades (RA6) – com base no questionário aplicado, os participantes relataram que não houve problemas quanto à navegação entre as telas da aplicação. Entretanto, com base nas observações e anotações do pesquisador, percebeu-se que jogadores tiveram algumas dificuldades iniciais quanto à navegação; Consideração do contexto (RA7) – as informações apresentadas não consideram as diferentes características dos dispositivos móveis (i.e. dimensão e orientação da tela); Mensagens de notificação (RA8) – a demora na sincronização das informações pode ter induzido o usuário ao erro; Granularidade das informações (RA9) – em dispositivos com dimensões reduzidas (caso dos *smartphones* utilizados) houve problemas com relação à sobrecarga de informações na tela quadro de questões.

Em relação aos requisitos de usuário (RU), os principais problemas a serem melhorados neste ciclo são: Gerenciamento de erros (RU1) – o jogo não se recuperou adequadamente de problemas na rede *Wi-Fi*; Assegurar privacidade (RU2) – os jogadores não têm acesso ao conjunto de informações que são compartilhadas no ambiente colaborativo; Controle do usuário (RU4) – o jogo não permite que o usuário personalize ações, como por exemplo habilitar/desabilitar elementos ou recursos.

4.4.2 Planejar ação

Como apresentado no ciclo anterior, as técnicas de visualização de informações de percepção utilizadas, a saber, visão periférica, teleapontadores, cores, ícones ou avatares, e lista de participantes, permitiram apresentar várias informações de percepção ao usuário. Com relação aos aspectos de filtragem de informação, observou-se que o jogo colaborativo apresenta problemas de sobrecarga de informações.

Para buscar reduzir eliminar o problema de sobrecarga de informações, a filtragem das informações apresentadas foi realizada em função de três informações contextuais: grupo do usuário – assim como no ciclo anterior apresentar apenas as informações do grupo do usuário; dimensão e orientação da tela – ajustar automaticamente a posição/quantidade de elementos de percepção apresentados de acordo com as diferentes configurações de tela; preferências individuais do jo-

gador – permitir que o usuário selecione quais informações ele deseja visualizar.

Com relação ao ajuste automático do conteúdo do jogo, este foi realizado de duas formas: baseado nas mudanças na orientação do dispositivo e baseado nas diferentes resoluções de tela. A Figura 4.9a ilustra a disposição dos elementos de percepção em um dispositivo móvel (no caso um *smartphones* Samsung S Duos) quando este é utilizado na vertical (*portrait orientation*) e a Figura 4.9b ilustra a disposição dos elementos quando este é utilizado na horizontal (*landscape orientation*).

Para dispositivos móveis com dimensão de tela maior (caso dos *tablets*), é apresentado um conjunto maior de informações. Neste caso, conforme ilustrado na Figura 4.10a, o *status* da questão é exibido utilizando-se de cores, ícones/avatares e rótulos (nome do participante); na tela lista de participantes (Figura 4.11a) é exibido na listagem o desempenho individual de cada participante (quantas perguntas ele já visualizou, quantas ele acertou, quantas ele errou, e quantos pontos ele obteve).

Para dispositivos com telas reduzidas (caso dos *smartphones*), é apresentado um conjunto menor de informações de percepção ao usuário. Conforme ilustrado na Figura 4.10b, o *status* da questão é exibido utilizando-se apenas cores, e as questões que a outra equipe acertou são excluídas da matriz (reduzindo assim a quantidade de informações apresentadas a medida que o jogo é utilizado). Na tela lista de participantes (Figura 4.11b) o desempenho individual não é exibido diretamente na listagem (estas informações ficam ocultadas e são exibidas quando usuário clicar em um dos participantes da lista).

Figura 4.9 – Ajuste automático com base na orientação.
 (Acervo do autor)

(a) Orientação vertical para smartphone



(b) Orientação horizontal para tablet

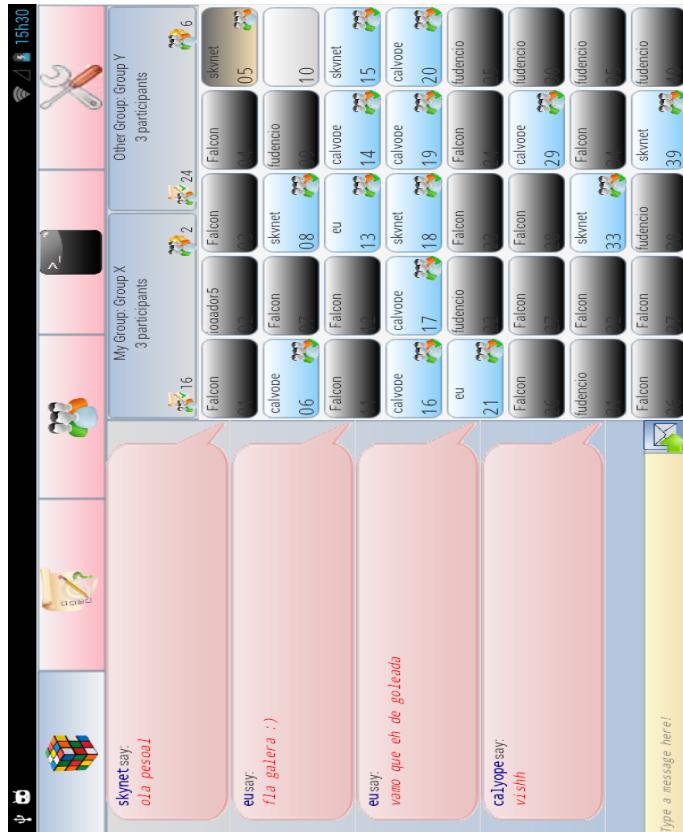


Figura 4.10 – Filtragem na tela quadro de questões.
(Acervo do autor)

(a) Filtragem padrão para *tablet*



(b) Filtragem padrão para *smartphone*

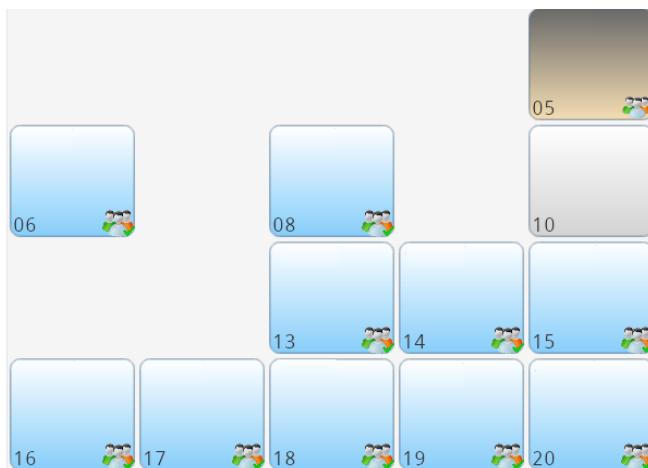


Figura 4.11 – Filtragem na tela lista de participantes.
(Acervo do autor)

(a) Filtragem padrão para tablet

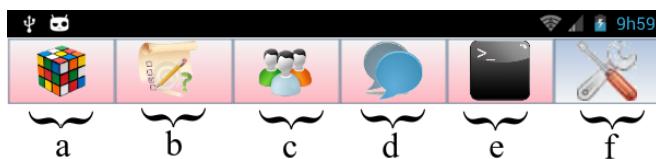
	My group: Team A	3 participants
	90 ✘ 14 ✓ 16 🎁 2	
	skynet 28 ✘ 6 ✓ 6 🎁 0	online
	eu 34 ✘ 4 ✓ 2 🎁 -2	online
	calyope 28 ✘ 4 ✓ 8 🎁 4	online
	Other group: Team B	3 participants
	94 ✘ 18 ✓ 24 🎁 6	
	fudencio 33 ✘ 6 ✓ 7 🎁 1	online
	Falcon 39 ✘ 11 ✓ 16 🎁 5	online
	jogador5 22 ✘ 1 ✓ 1 🎁 0	online

(b) Filtragem padrão para *smartphone*

	My group: Team A	90	X 14	✓ 16	2
	skynet				online
	eu				online
	calyope				online
	Other group: Team B	94	X 18	✓ 24	6
	fudencio				online
	Falcon				online
	jogador5				online

Quanto aos problemas de navegação identificados, foi incorporado às telas do jogo um menu superior que permite acesso rápido às telas da aplicação, conforme apresentado na Figura 4.12. Através deste menu o usuário pode alternar entre as telas: a) tela quadro de questões; b) tela para responder questão atual; c) tela lista de participantes; d) tela de *chat*; e) tela de terminal; f) tela de configuração. Em apenas um clique o participante pode alternar entre as tarefas individuais (i.e. responder uma questão) e colaborativas (i.e. utilizar o *chat*).

Figura 4.12 – Menu principal do jogo.
(Acervo do autor)



Na tela quadro de questões (Figura 4.13), são apresentadas 40 questões. O terminal inicialmente apresentado na parte inferior (conforme apresentado na Figura 4.5) foi transferido para uma tela de terminal (Figura 4.14).

A tela lista de participantes sofreu mudanças significativas. Nesta tela foi incluída uma lista de todos os participantes do jogo, agrupados em suas respectivas equipes. Ainda na listagem são apresentadas de forma resumida, informações sobre o desempenho individual e de cada grupo (quantidade de questões vistas, respondidas corretamente, respondidas incorretamente, e pontos obtidos). Para dispositivos com dimensões de tela maiores, caso dos *tablets*, são apresentadas na listagem informações de percepção sobre o desempenho individual de cada um dos participantes, como apresentado na Figura 4.11a. Para dispositivos com dimensão de tela menor, caso dos *smartphones*, são apresentadas menos informações de percepção sobre o desempenho individual de cada um dos participantes, conforme ilustrado na 4.11b. Neste caso, para poder visualizar as informações individuais do participante, o jogador deve clicar no item da lista desejado, mostrando assim as informações individuais via mensagem de *popup*.

A tela *chat* foi mantida como apresentado na Figura 4.4, porém agora na parte superior contém o menu da aplicação (Figura 4.12).

Embora o jogo apresente um conjunto padrão de informações de percepção (variável em função das características do dispositivo), o participante tem a possibilidade de configurar manualmente o conjunto

de informações que deseja visualizar. Para isto, foi construída uma tela de configuração para que o usuário selecione as opções de filtragem dos principais pontos da aplicação: telas quadro de questões, lista de participantes, e terminal. A Figura 4.15 apresenta a tela de configuração, com as preferências pré-habilitadas para um *tablet*.

O jogo disponibiliza ao usuário opções de filtragem de informações de percepção, conforme apresentado na Figura 4.15. Para a tela quadro de questões o usuário pode escolher o conjunto de informações que deseja visualizar em cada uma das questões: apenas cores; cores e ícones; cores ícones e rótulos (nome do participante); e se deseja que as questões respondidas corretamente pela equipe adversária sejam apresentadas na tela do jogo. Para a tela lista de participantes o usuário pode escolher quais informações de cada participante são apresentadas na lista: número de questões visualizadas; número de questões respondidas corretamente; número de questões respondidas incorretamente; e número de pontos obtidos.

Na tela de configuração o participante tem a possibilidade de reconectar a aplicação (caso ocorra algum problema de rede *WiFi*), bem como restaurar as opções de filtragem padrão. Para a tela terminal o jogador pode escolher o conjunto de informações que devem ser apresentadas: as suas ações e as ações do grupo (percepção histórica); erros que ocorrem ao longo da utilização do jogo (i.e. erros de rede); informações que são recebidas; informações que são enviadas ao servidor; e as mensagens do *chat*.

A Figura 4.16 ilustra uma configuração personalizada das informações de percepção que são apresentadas na tela quadro de questões (apresentada na Figura 4.13). Neste exemplo, a identificação do *status* das questões exibidas na matriz de questões será feita através de cores e ícones, e as questões respondidas corretamente pela outra equipe não são apresentadas na interface.

Figura 4.13 – Tela quadro de questões.
(Acervo do autor)

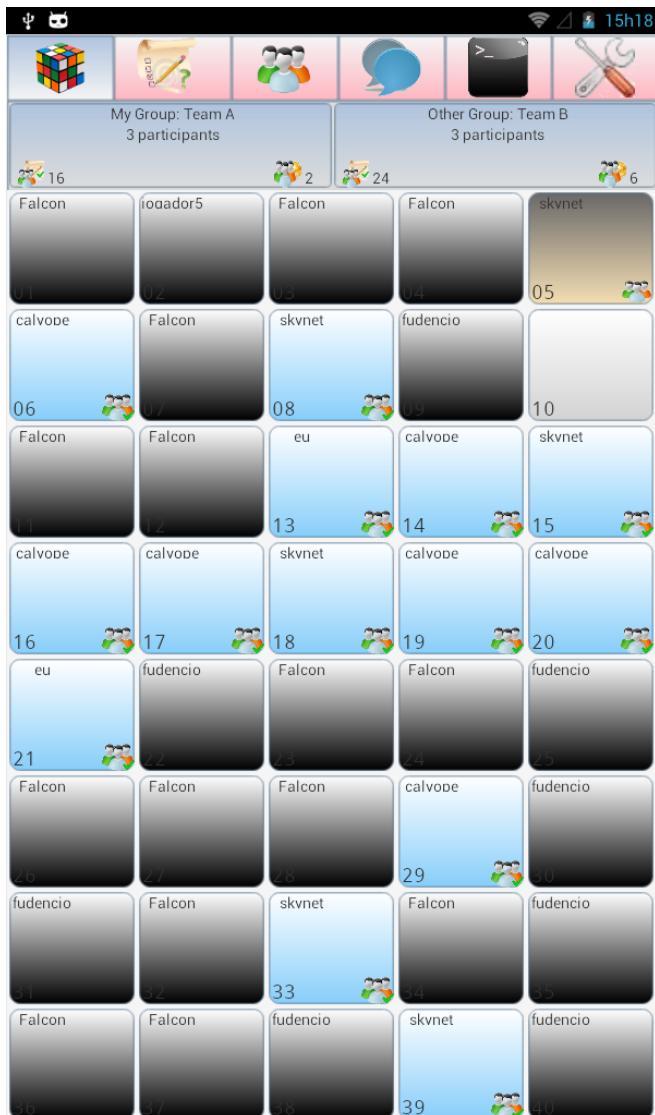


Figura 4.14 – Tela terminal.
(Acerervo do autor)



The screenshot shows a mobile application interface with a pink header bar containing icons for battery, signal, and time (11h32). Below the header is a toolbar with five icons: a Rubik's cube, a notepad with a pencil, two people, a speech bubble, and a wrench. The main area is a terminal window displaying a log of interactions:

```
Starting terminal... [OK]
>My_name@Loading questions... [OK]
>My_name@Question selected: 1cheking your status...
>My_name@Locking question 1... [OK]
>My_name@Question 1 correct!
>My_name@Question selected: 40cheking your status...
>My_name@Locking question 40... [OK]
>My_name@Question 40 correct!
>My_name@Question selected: 18cheking your status...
>My_name@Locking question 18... [OK]
>My_name@Question 18 correct!
>My_name@Question selected: 22cheking your status...
>My_name@Locking question 22... [OK]
>My_name@Question 22 correct!
>My_name@Question selected: 25cheking your status...
>My_name@Locking question 25... [OK]
>My_name@Question 25 incorrect!
>My_name@Question selected: 29cheking your status...
>My_name@Locking question 29... [OK]
>My_name@Question selected: 39cheking your status...
>My_name@Locking question 39... [OK]
>My_name@Question selected: 38cheking your status...
>My_name@Locking question 38... [OK]
>My_name@Question selected: 28cheking your status...
>My_name@Locking question 28... [OK]
>My_name@Question 28 incorrect!
```

Figura 4.15 – Tela de configurações do jogo.
(Acervo do autor)

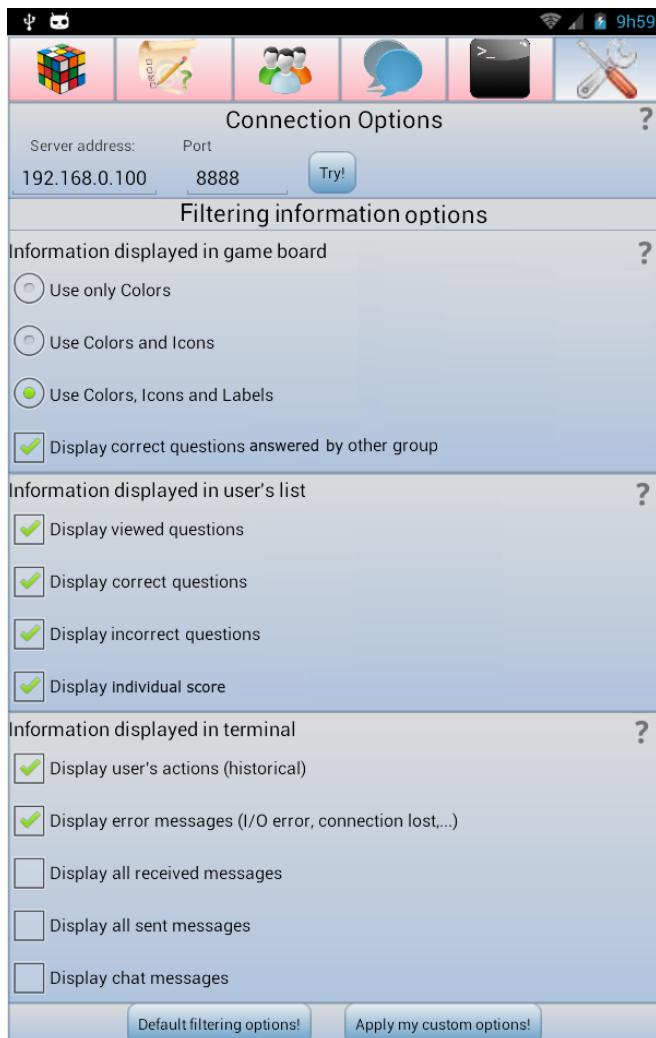
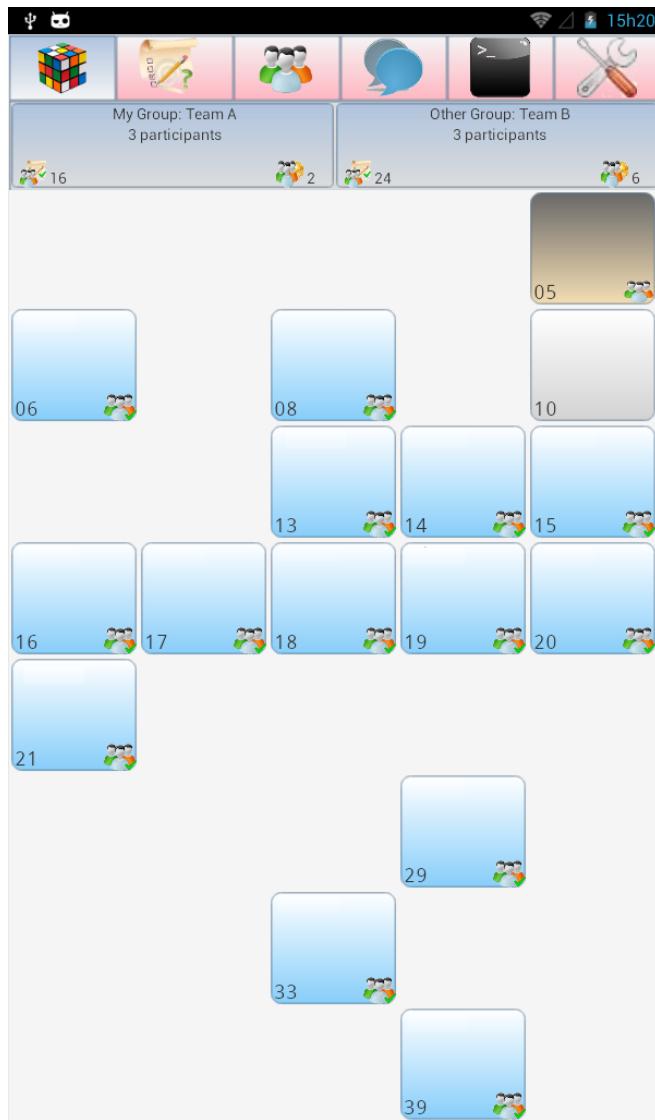


Figura 4.16 – Tela quadro de questões com filtragem personalizada.
(Acervo do autor)



4.4.3 Intervir

Do mesmo modo que no ciclo anterior, o jogo foi implementado com base na arquitetura cliente-servidor, e utiliza *sockets* como meio de comunicação. O servidor foi desenvolvido para plataforma JSE 1.6, o cliente foi desenvolvido para a plataforma Android 2.2 (API *level 8 Froyo*) ou superior. Para utilizar o sistema é necessário que os *smartphones* nos quais a aplicação cliente é executada estejam conectados com a aplicação servidor através da rede *WiFi*.

A aplicação servidor foi executada em um computador com as seguintes especificações: processador Intel Core i7 2.0 GHz, 8 GB de memória RAM, com SO Ubuntu Linux 13.04 *Raring Ringtail* 64 bits. Os dispositivos móveis utilizados foram: 5 *smartphones* Samsung S Duos GT-S7562, 768 MB de memória RAM, processador ARM Cortex-A5 1.0 GHz, com SO Android 4.0.2; 1 *smartphone* Samsung Gran Duos GT-I9082L, 1 GB de memória RAM, processador Dual Core 1.2 Ghz, com SO Android 4.1.2; 1 *smartphone* Samsung Galaxy SII GT-19100, 2 GB de memória RAM, processador Dual Core 1.2 Ghz, com SO Android 4.1.2; 1 *tablet* Samsung Galaxy Tab P1000L, processador ARM v7 1.0 GHz, 512 MB de memória RAM, com SO Android 4.1.2; e 1 *tablet* Samsung Galaxy Note GT-N8000, processador ARM v7 1.0 GHz, 2 GB de memória RAM, com SO Android 4.1.2.

Foram realizadas 2 rodadas do jogo com 11 alunos da disciplina TEES-SC Sistemas Colaborativos do curso de Mestrado em Computação Aplicada da UDESC/Joinville. Na primeira rodada, 6 alunos utilizaram o jogo por 43 minutos; na segunda rodada 5 alunos utilizaram o jogo por 37 minutos. As questões do jogo estavam relacionadas com conceitos de Programação Orientada a Objetos (classe, objeto, encapsulamento, herança, polimorfismo, associação, entre outros).

Antes de cada rodada, os participantes receberam a folha de instruções do jogo, conforme apresentado na Apêndice D. Cada um dos participantes deste ciclo assinaram um termo de consentimento de pesquisa, como apresentado na Apêndice E. Após a leitura das instruções do jogo, a rodada foi iniciada. Ao final de cada uma das 2 rodadas foi solicitado que os participantes respondessem um questionário (Apêndice C). Foram desconsiderados da análise os questionários que tiveram uma resposta única em todas as perguntas, o que ocorreu em um caso. Ao todo 9 alunos responderam corretamente ao questionário.

4.4.4 Avaliar

De forma análoga ao realizado no ciclo anterior (apresentado na Seção 4.3), como fonte de dados foram utilizados os *logs* gerados pela aplicação (cliente e servidor), questionário (conforme apresentado na Apêndice C), comentários espontâneos feitos pelos participantes, e anotações do pesquisador.

Inicialmente é feita a análise individual de um conjunto de métricas levantadas na Seção 3.3.6 (métricas M1, M2, M3, M4, M5, M6, M8, M9, M10, M11, M12, M13, M15, M19, M22, M23). Em seguida, com a utilização destas métricas, é feita a avaliação das técnicas de visualização e filtragem com base nos requisitos de percepção (RA4, RA6, RA7, RA8, e RA9) e requisitos de usuário (RU1, RU2, e RU4). As métricas utilizadas neste ciclo seguem a rastreabilidade requisito vs. métrica, apresentada na Tabela 3.5 da Seção 3.3.7.

4.4.4.1 Resultados coletados (métricas)

Número de elementos de percepção apresentados (M1): Ao todo foram apresentados 30 elementos de percepção. Além dos 25 elementos apresentados no ciclo anterior, na tela lista de participantes são apresentadas de forma individualizada as seguintes informações de percepção: Quantas perguntas o usuário visualizou? Quantas perguntas ele respondeu corretamente? Quantas ele errou? e Quantos pontos ele obteve?. Estas informações também são apresentadas de forma resumida para a sua equipe. Nesta tela lista de participantes é possível visualizar ainda quem são os integrantes da outra equipe.

Número de elementos de percepção identificados (M2): De forma similar ao ciclo anterior, os participantes não tiveram problemas em identificar as informações de percepção apresentadas na interface, conforme apresentado nas métricas M8, M9, M10, M11, M12, M13.

Número de elementos de percepção não identificados (M3): Com base no questionário e nas observações do pesquisador, verificou-se que não houve problemas em identificar os elementos de percepção apresentados. No início do jogo alguns participantes tiveram dúvidas quanto as regras/funcionamento do jogo, bem como o esquema de cores proposto para identificar o *status* das questões. Estas dúvidas foram eliminadas através da folha de instruções (conforme apresentado na Apêndice D), ou de explicações do pesquisador.

Nível de intrusividade durante a colaboração (interrupções) (M4):

Não houve problemas de intrusividade relatados pelos participantes. Um jogador relatou que o tempo de resposta entre os dispositivos móveis e o servidor, e a estratégia de bloquear as questões do jogo, poderiam ter lhe prejudicado.

Número de erros e/ou dados inconsistentes gerados pelo usuário (M5): Ao final das duas rodadas do jogo realizadas, os dados dos dispositivos móveis estavam consistentes com os dados encontrados no servidor. Entretanto ao longo de sua utilização, o jogo permitiu que duas pessoas respondessem simultaneamente a mesma questão. Desta forma, apesar de que alguns jogadores respondessem uma questão corretamente, não era contabilizado o ponto a ele, pois no lado do servidor ele não tinha o bloqueio da questão.

Tempo de resposta do sistema para atualizar a interface móvel (feedforward) (M6): O tempo de resposta foi mantido como no ciclo anterior, com a finalidade de manter o balanceamento entre interface atualizada e poupar recursos de processamento e rede de dados.

Nível de dificuldade para entender as suas próprias ações realizadas (feedback) (M8): 100% dos participantes relataram que conseguiram identificar quais foram as perguntas respondidas por ele, pela sua equipe ou pela equipe adversária. Destes, 77% relataram que foi fácil fazer a distinção do *status* das questões.

Nível de dificuldade para identificar as ações dos demais participantes (feedthrough) (M9): 77% relataram que conseguiram identificar em que parte do jogo os outros participantes estavam trabalhando, e 33% relataram que conseguiram identificar parcialmente. A principal forma encontrada foi: pelo nome do participante (56%), pelas cores (23%), pelos ícones (11%). 10% não responderam.

Nível de dificuldade para identificar o próximo passo a ser tomado: (M10): Com base nas métricas M8, M12, e M13, os jogadores conseguiram interpretar o que já foi feito pelo grupo, o *status* atual do jogo, bem como em quais partes do jogo os demais participantes estão trabalhando. Com base nestas informações, os participantes podem projetar as atividades futuras.

Nível de dificuldade para identificar o quanto falta para completar as tarefas colaborativas (M11): Com base nas informações da tela quadro de questões (i.e. matriz de questões e terminal) o usuário pode identificar o que já foi realizado (métrica M12). Com base neste conjunto de informações é possível verificar o que ainda falta para completar as tarefas (i.e. quais questões ainda não foram respondidas).

Nível de dificuldade para identificar as atividades já realizadas pelo grupo (histórico) (M12): 66% dos participantes relataram que foi fácil ou muito fácil identificar o *status* das questões pelo esquema de cores proposto. Um participante relatou que teve dificuldades quanto ao tempo de resposta do quadro de questões.

Nível de dificuldade para identificar o status dos demais participantes (M13): 89% dos participantes do segundo grupo de estudo relataram que conseguiram identificar a presença dos demais jogadores ao longo do jogo e 11% relataram que conseguiram identificar parcialmente os demais jogadores.

Nível de dificuldade para alternar entre as telas/atividades da ferramenta (M15): Com base nos resultados coletados, a utilização do jogo *Warming Up The Brain* foi bastante simples. Para iniciar o jogo, basta informar o nome do jogador, seu e-mail, escolher o time (Time A ou Time B e clicar em “*Start the game*”). Na tela principal da aplicação (quadro de questões), com um único clique o participante tem acesso a todas as telas do jogo. Para responder uma questão o usuário precisa de apenas três cliques (seleciona a questão na tela quadro de questões, seleciona a alternativa correta, e clica em “*Submit answer*”). Para alternar entre as telas *chat* e lista de participantes basta apenas um clique na aba superior da tela.

Nível de personalização permitidos pela ferramenta (M19): Neste ciclo, o jogo permite que o usuário personalize o conjunto de informações de percepção que deseja acessar na interface. Esta personalização pode ser aplicada nas telas quadro de questões, lista de participantes, e terminal, conforme ilustrado na Figura 4.15.

Capacidade do sistema automaticamente coletar, interpretar e agir sobre eventos que ocorrem no ambiente do usuário (M22): Esta métrica diz respeito à capacidade do sistema ser consciente de contexto (*context-aware*), e com base nestas informações fornecer algum recurso/funcionalidade ou decidir se uma informação é ou não relevante (conforme apresentado na Seção 3.2). Neste ciclo, a filtragem de informações de percepção foi realizada com base em informações do grupo, dimensão e orientação da tela do dispositivo. Em dispositivos com dimensão de tela reduzidos (i.e. *smartphones*) as informações são apresentadas de forma resumida, e em um dispositivo com dimensão maior (i.e. *tablet*) são apresentadas informações mais detalhadas.

Acesso aos dados compartilhados (M23): Assim como no ciclo anterior, o jogo não permite ao usuário visualizar quais são as informações estão sendo enviadas/recebidas ao longo da utilização do jogo. Foram mantidas as duas permissões concedidas no ciclo anterior: co-

municação de rede (ver conexões disponíveis, acessar rede *WiFi*), e ferramentas do sistema (conectar e desconectar-se da rede *WiFi*). A aplicação *Warming Up The Brain* tem acesso a apenas estes dois recursos dos dispositivos móveis.

4.4.4.2 Análise dos resultados (requisitos)

Para aplicar as técnicas de filtragem de informações de percepção, o sistema utilizou-se de informações de contexto (grupo do usuário, dimensão e orientação do dispositivo), bem como preferências do usuá-rio. A métrica M22 indica que o requisito *-consideração do contexto* (RA7) foi totalmente atendido. Informações de contexto são consideradas para a *filtragem das informações* (RA4).

As métricas M4 e M5 permitem avaliar positivamente o requisito *consistência e padrões* (RA5). As informações apresentadas na interface colaborativa mantiveram consistentes na maioria das rodadas (M5), poucos problemas e/ou interrupções foram ocasionados pela aplicação (i.e. problemas *WiFi*: 10%; tempo de resposta: 5%) (M4).

A métrica M15 indica que não houve problemas em alternar entre as telas/atividades do jogo (i.e. entrar no *chat*; acessar a lista de parti-cipantes; responder uma questão e voltar a tela quadro de questões). O menu superior, ilustrado na Figura 4.12, permite alternar entre as telas da jogo com um clique. Isto permite avaliar positivamente o requisito *transição entre as atividades* (RA6).

Com relação às mensagens de notificação, assim como no ciclo anterior, os participantes relataram que a demora na sincronização das informações (M4), pode ter induzido o usuário ao erro (M6). Deste modo, o requisito *mensagens de notificação* (RA8) ainda merece uma maior atenção.

Quanto a *granularidade das informações* (RA9), as métricas M1, M2, e M3 indicam que as principais informações de percepção foram apresentadas. Conforme discutido na métrica M22, em dispositivos com dimensões de tela maiores (*tablets*) as informações são apresentadas em um nível maior de detalhe. A quantidade de informações de percepção apresentadas na tela quadro de questões (conforme apresentada na Fi-gura 4.5) também é variável em função da dimensão e orientação da tela do dispositivo.

Analisando as métricas M4, M5, M19, M23 podemos afirmar que os requisitos do usuário foram atendidos. A métrica M5 indica que ao final do jogo os dados dos dispositivos móveis estavam consistentes. Um

problema observado é com relação à estratégia de bloqueio adotada nas questões do jogo, que permitiu que mais de um jogador respondesse a mesma questão simultaneamente. Deste modo, o requisito *gerenciamento de erros* (RU1) foi atendido parcialmente.

A métrica M23 avalia positivamente a privacidade – *assegurar privacidade* (RU2). Como no ciclo anterior, apesar de não ser explicitado quais informações do usuário são ou não compartilhadas, o usuário pode visualizar o conjunto de recursos que a aplicação pode utilizar. Conforme métrica M19, neste ciclo, a aplicação permite que o usuário personalize algumas informações apresentadas na interface do jogo (telas quadro de questões, lista de participantes, e terminal) – requisito *controle do usuário* (RU4).

4.4.4.3 Síntese dos resultados

A Tabela 4.6 sumariza os resultados da avaliação das técnicas de visualização e filtragem de informações empregadas neste ciclo. Conforme observado, 5 requisitos foram atendidos e 3 foram parcialmente atendidos.

Tabela 4.6 – Sumário da avaliação Ciclo 2.
(Acervo do autor)

Requisito	Comentários
RA4 - Filtragem de informações	Requisito atendido. São consideradas informações de contexto (grupo do usuário, dimensão e orientação do dispositivo) e preferências do usuário.
RA6 - Transição entre atividades	Requisito atendido. Navegação entre as telas da aplicação é feita com um clique.
RA7 - Consideração do contexto	Requisito atendido. São consideradas informações de contexto (grupo do usuário, dimensão e orientação do dispositivo)
RA8 - Mensagens de notificação	Requisito parcialmente atendido. A demora na sincronização pode ter induzido o usuário ao erro.
RA9 - Granularidade das informações	Requisito atendido. A filtragem das informações de percepção considera contexto do usuário (dimensão e orientação da tela do dispositivo)

RU1 - Gerenciamento de erros	Requisito parcialmente atendido. Os bloqueios das questões pode ter induzido os jogadores ao erro.
RU2 - Assegurar privacidade	Requisito parcialmente atendido. Jogador não tem acesso ao conjunto de dados que estão sendo compartilhados.
RU4 - Controle do usuário	Requisito atendido. O jogador pode personalizar informações de percepção que são apresentadas na interface.

4.4.5 Refletir

Os resultados obtidos na avaliação demonstram que os ajustes aplicados neste ciclo melhoraram os aspectos de percepção (requisitos de percepção) e do usuário (requisitos do usuário). A filtragem de informações de percepção com base no contexto (grupo do usuário, dimensão e orientação da tela do dispositivo) e nas preferências individuais do usuário, permitiu construir uma interface dinâmica. A quantidade e a disposição dos elementos de percepção são variáveis em função das características da tela do dispositivo, evitando assim o problema de sobrecarga de informação que foi identificado no ciclo anterior.

Quanto aos requisitos do usuário, a aplicação teve um bom desempenho. Como no ciclo anterior, o jogo não permite que o usuário visualize ou decida quais informações são ou não compartilhadas, entretanto isto não é um problema exclusivo da aplicação. Um avanço significativo quanto aos aspectos do usuário foi a possibilidade de personalizar o conjunto de informações de percepção que são apresentadas na interface.

O principal problema na apresentação das informações de percepção é a sincronização das informações entre os dispositivos móveis e a aplicação servidor. O tempo de sincronização foi igual ao do ciclo anterior, mantendo o equilíbrio entre: atualizar a interface atualizada e poupar os recursos do dispositivo (processamento, rede de dados e bateria).

Um aspecto identificado no jogo que pode ter contribuído para os problemas de sincronização das informações é a diferença entre o alto índice de visualização das questões e o baixo índice de respostas/desbloqueios das questões. Por exemplo, na primeira rodada, cada jogador do Time A visualizou em média 30 questões $\sigma=3,5$; cada um

dos jogadores do Time B visualizou em média 31,3 questões $\sigma=8,6$. Quando comparamos estes valores com o número de questões respondidas (correta/incorrectamente) por eles (o Time A respondeu em média 10 questões $\sigma=3,5$ e o Time B respondeu em média 14 questões $\sigma=12,5$), vemos que a estratégia adotada foi buscar responder as questões mais fáceis, que neste caso eram as que tinham um enunciado mais curto. O problema se agrava, pois apenas 4 solicitações de desbloqueio foram enviadas pelas aplicações móveis ao servidor, ou seja, os participantes não desbloqueavam a questão antes de retornar para outra tela da aplicação.

Este problema do bloqueio/desbloqueio das questões do jogo também se repetiu na segunda rodada. Os jogadores do Time A visualizaram em média 46 questões $\sigma=29,5$; os do Time B visualizaram em média 27 questões $\sigma=16,5$. Quando comparamos estes valores com o número de questões respondidas (correta/incorrectamente) por eles (o Time A respondeu em média 19,7 questões $\sigma=10,1$ e o Time B respondeu em média 19 questões $\sigma=14,2$) vemos que a estratégia adotada foi buscar responder as questões consideradas mais fáceis. Apenas 1 solicitação de desbloqueio foi enviada ao servidor.

Uma solução para o problema do bloqueio é exigir que o jogador que selecionou a questão responda-a. A possibilidade de poder visualizar a questão e não a responder fez com que os participantes jogassem de forma competitiva (i.e. buscando responder as questões mais curtas, abandonando aquelas que pareciam ser difíceis) ao invés de forma colaborativa (i.e. ao ter dúvida em uma questão, buscar a discussão em grupo, ao invés de simplesmente partir para outra questão).

Neste ciclo, observou-se que a ferramenta de *chat* ainda continua sendo pouco utilizada: no primeiro ciclo foram trocadas 36 mensagens; no segundo ciclo foram trocadas apenas 2 mensagens. Estes valores também vão de encontro com a estratégia competitiva (ou até mesmo individualizada) adotada ao longo das duas rodadas.

5 CONCLUSÃO

A percepção tem papel fundamental em sistemas de *groupwares*. Ela permite reconhecer, organizar e encontrar sentido aos estímulos do ambiente; assegura que as atividades individuais estejam de acordo com os objetivos do grupo; diminui a sensação de isolamento; possibilita medir a quantidade/qualidade do próprio trabalho; reduz conflitos, inconsistências e contradições. A percepção também é importante para os aspectos de coordenação, cooperação e comunicação (Modelo 3C de colaboração). Sem os aspectos de percepção não há possibilidade de trabalho em grupo.

Apresentar informações de percepção é importante em interfaces colaborativas. Contudo existem questões relacionadas com a apresentação de aspectos de percepção que precisam ser cuidadosamente estudados. Entre estas questões destacam-se: sobrecarga, intrusividade, privacidade, representação das informações, compreensão e projeção das ações humanas através da interface, e carga cognitiva. Problemas associados a estas questões são evidenciados em *groupwares* móveis, onde têm-se ainda as limitações dos próprios dispositivos, como por exemplo, limitações de *hardware*, energia, exigência de mobilidade, heterogeneidade, rede de dados, e principalmente dimensão de tela reduzida.

Desta forma, o estudo da percepção em interfaces colaborativas exige o balanceamento entre quatro grandes fatores: *i*) garantir os aspectos de percepção ao usuário; *ii*) evitar os problemas oriundos da percepção; *iii*) restrições/limitações inerentes da computação móvel; *iv*) questões de *design* – usabilidade, acessibilidade, comunicação, mobilidade, navegação, entre outras.

Para apresentar as informações de percepção nas interfaces colaborativas são utilizados *widgets* de percepção. Existem vários *widgets* que podem ser utilizados para apresentar informações em sistemas de *groupware*, contudo, somente alguns deles são aplicáveis em ambientes móveis. Neste trabalho, identificamos quatro *widgets* que podem ser aplicados em ambientes móveis, a saber, teleapontadores, lista de participantes, ícones representativos/avatars, e cores. Estas técnicas são indicadas pois necessitam menos recursos da tela dos dispositivos móveis para apresentar as informações ao usuário.

Buscando reduzir ou eliminar os problemas oriundos da percepção, principalmente a sobrecarga e a intrusividade, foram empregadas técnicas de filtragem de informações de percepção. Com base nas técnicas de filtragem, são apresentadas ao usuário as informações de percepção tidas como relevantes, considerando algum critério. Neste trabalho, o critério de filtragem adotado foram as informações de contexto, construindo-se assim uma interface sensível às mudanças do contexto do usuário (*context-aware*).

Para avaliar as técnicas de visualização e filtragem de informações de percepção, foi definido um conjunto de requisitos de usabilidade, elaborados com base em trabalhos da literatura. Neste estudo, foram considerados trabalhos que abordam métodos de avaliação de usabilidade (i.e. avaliação heurística), diretrizes de *design*, ou métodos e elementos que influenciam no suporte à percepção. O conjunto de requisitos é constituído de quatro grupos de requisitos: requisitos de percepção (RA); requisitos da tarefa/ambiente (RT); requisitos de usuário (RU); requisitos do dispositivo (RD). A avaliação de cada um dos requisitos elicitados é feito com base em um conjunto de métricas de avaliação.

A metodologia de estudo adotada foi a pesquisa-ação. Esta metodologia é indicada para investigar o desenvolvimento, implantação e o uso de sistemas colaborativos. Este método de pesquisa foi escolhido pelo fato de abordar um problema real (realismo), ser realizada iterativamente, e permite que o pesquisador assuma uma posição de não-neutralidade (participa, atua/interfere com ações). Neste trabalho foram realizados dois ciclos de pesquisa.

No primeiro ciclo, foram empregadas técnicas de visualização de informações de percepção, a saber, visão periférica, teleapontadores, lista de participantes, ícones representativos/avatares, e cores, em um jogo colaborativo de perguntas e respostas intitulado *Warming Up The Brain*. As técnicas de visualização empregadas permitiram aos jogadores o acesso às principais informações de percepção e não houve problemas de intrusividade. Neste ciclo, identificou-se que o jogo não se adaptava corretamente às características dos dispositivos móveis (i.e. dimensão e resolução da tela), e a interface ocasionou certo nível de sobrecarga de informações. Com o objetivo de reduzir ou eliminar estes problemas, decidiu-se a realização de mais um ciclo de pesquisa.

No segundo ciclo, o foram estudadas técnicas de filtragem de informações de percepção, construindo uma interface *context-aware*. Para filtrar as informações foram consideradas informações do contexto do usuário (grupo do usuário, dimensão e orientação da tela do dispositi-

tivo) bem como preferências individuais. Por padrão, para dispositivos com dimensões menores (*smartphone*), apresenta-se um conjunto menor de informações de percepção, e em interfaces maiores (*tablet*), as informações de percepção são apresentadas em maior nível de detalhe. Os resultados mostram que as técnicas de filtragem de informações de percepção melhoraram os aspectos de percepção identificados no ciclo anterior.

5.1 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Na pesquisa-ação é adotado o conceito de *transferability* (FLIPPO, 2011). Isto significa que o conhecimento gerado pela pesquisa não é generalizado, apenas transferido a um contexto similar (transfere os conhecimentos gerados de um contexto emissor para um contexto receptor). Cabe ao leitor identificar até que ponto os conhecimentos são aplicáveis em um outro problema.

Esta característica da *transferability* tem refletido ao longo de todas as fases da pesquisa. No caso das técnicas de visualização de informações utilizadas, as quais foram julgadas aplicáveis a ambientes móveis, estão condicionadas ao domínio da aplicação do jogo colaborativo *Warming Up The Brain*. Ou seja, estas técnicas são adequadas para serem utilizadas em aplicações móveis com características parecidas ao do jogo desenvolvido neste trabalho. Não pode-se afirmar que estas técnicas são boas em outros domínios de aplicação.

A *transferability* também se aplica às técnicas de filtragem de informações de percepção utilizadas nesta pesquisa. A filtragem foi realizada com base nas informações do contexto do usuário. No caso do jogo colaborativo *Warming Up The Brain* foram o grupo do usuário, dimensão e orientação da tela do dispositivo e preferências individuais. Diferentes *groupwares* têm diferentes necessidades, sendo que isto influencia os aspectos de visualização e filtragem de informações de percepção (i.e. quantas e quais informações são necessárias? quando e onde apresentá-las?). Assim sendo, dependendo do domínio da aplicação, a filtragem das informações de percepção pode considerar outras informações contextuais.

Este trabalho concentrou-se nos aspectos de visualização e filtragem de informações de percepção. Alguns aspectos foram relaxados nesta pesquisa: *i*) o jogo colaborativo *Warming Up The Brain* não foi estudado na perspectiva CSCL e assim, não consideramos os aspectos associados ao aprendizado colaborativo (*Collaborative Learning*); *ii*)

a estratégia para manter os dados dos dispositivos móveis consistentes com o servidor não foi totalmente implementada (estratégia CCS-MoCW apresentada no trabalho de Berkenbrock (2009)), sendo que os *timeouts* nos bloqueios não foram empregados neste estudo; *iii*) o ambiente de estudo foi colocalizado, desconsiderando-se assim os aspectos de mobilidade do usuário.

5.2 PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES

Este trabalho apresenta as seguintes contribuições:

- Identificação de um conjunto de técnicas de visualização de informações de percepção aplicáveis em sistemas de *groupware* móveis: visão periférica, teleapontadores, ícones representativos/avatares, lista de participantes, e cores;
- Identificação de formas de filtragem de informações de percepção com base nas informações do contexto do usuário (informações do grupo, dimensão e orientação do dispositivo móvel) e preferências individuais, possibilitando assim construir sistemas sensíveis ao contexto (*context-aware systems*);
- Definição de um conjunto de requisitos de usabilidade para *groupwares* móveis com dimensão de tela reduzida: requisitos de percepção (RA), requisitos da tarefa (TR), requisitos do usuário (RU) e requisitos dos dispositivos (RD);
- Definição de um conjunto de métricas de usabilidade para realizar a avaliação de *groupwares* móveis com base nos requisitos de usabilidade;
- Identificação de um conjunto de informações de percepção que são necessárias em interfaces colaborativas: *workspace awareness, social awareness, task awareness, concept awareness, historical awareness, presence awareness, group-structural awareness, behavioral awareness, cognitive awareness, knowledge awareness, e context awareness*;
- Identificação de quatro fatores que devem ser considerados em interfaces colaborativas móveis: *i*) garantir os aspectos de percepção ao usuário; *ii*) evitar os problemas oriundos da percepção; *iii*) considerar as restrições/limitações inerentes da computação

móvel; *iv) satisfazer questões de design* (usabilidade, acessibilidade, comunicação, mobilidade, navegação, entre outras);

- Adaptação da ferramenta colaborativa *Warming Up The Brain* com base no conjunto de informações de percepção levantados.

5.3 TRABALHOS FUTUROS

Com base no estudo apresentado, foram identificados alguns pontos que servem como sugestão a trabalhos futuros:

- Conduzir novos estudos para investigar a eficiência das técnicas de visualização e filtragem de informações em relação ao aprendizado colaborativo (CSCL);
- Avaliar a aplicabilidade do jogo colaborativo *Warming Up The Brain* para a área da educação (ambiente *m-learning*);
- Estudar a aplicabilidade de conceitos de gamificação (*gamification*) no jogo colaborativo *Warming Up The Brain* (i.e. *highlight*, *waypointing*, *high fidelity avatars*, *reputations*, *ranks*, *levels*, entre outros);
- Melhorar os aspectos da comunicação entre os dispositivos móveis e o servidor, como por exemplo o tempo de sincronização, o gerenciamento de seção colaborativa, e a estratégia de bloqueio aplicada às questões do jogo.
- Verificar a validade do conjunto de requisitos definidos em outros cenários de aplicação;
- Estudo da adaptação do jogo para usuários com diferentes perfis (i.e. usuários com necessidades especiais);
- Evoluir o jogo *Warming Up The Brain* para dar suporte a diferentes papéis/personagens no jogo (i.e. disponibilizar recursos para um Mediador);
- Adicionar recursos para prover maior interação entre os participantes (i.e. disponibilizar recursos para debater uma questão em grupo).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDROID. 2013. Disponível em: <<http://www.androidplay.com.br-/2012/11/distribuicao-android-ics-jb/>>.
- ANDROIDSS. 2013. Disponível em: <<http://developer.android.com-/about/index.html>>.
- ANTUNES, P.; FERREIRA, A. Developing collaboration awareness support from a cognitive perspective. In: **HICSS - Proceedings of the 44th Hawaii International Conference on System Sciences**. New York, NY, USA: IEEE, 2011. v. 47.
- ANTUNES, P. et al. Awareness checklist: Reviewing the quality of awareness support in collaborative applications. In: **6th CRIWG Conference on Collaboration and Technology**. Berlin, Germany: Springer, 2010.
- APPLE. 2013. Disponível em: <<https://developer.apple.com-technologies/ios/>>.
- BAKER, K.; GREENBERG, S.; GUTWIN, C. Heuristic evaluation of groupware based on the mechanics of collaboration. In: **Engineering for human-computer interaction**. Berlin, Germany: Springer, 2001. p. 123–139.
- BARBOSA, S.; SILVA, B. da. **Interação humano-computador**. São Paulo, SP, Brazil: Elsevier, 2010.
- BARDAN, J.; HANSEN, T. The aware architecture: Supporting context-mediated social awareness in mobile cooperation. In: **CSCW'04: Proceedings of the ACM Conference on Computer-Supported cooperative work**. New York, NY, USA: ACM, 2004.
- BASKERVILLE, R. Investigating information systems with action research. **Communications of the AIS**, 1999. v. 2, p. 1–32, 1999.
- BASKERVILLE, R.; WOOD-HARPER, A. A critical perspective on action research as a method for information systems research. **Journal of Information Technology**, 1996. Taylor & Francis, v. 11, n. 3, p. 235–246, 1996.

BEHBAHANI, P.; EL-NASR, M. The effect of privacy on social presence in location-based mobile games. In: **Entertainment Computing–ICEC 2011**. Berlin, Germany: Springer, 2011. p. 307–318.

BENDEL, S.; SCHUSTER, D. Watchmyphone – providing developer support for shared user interface objects in collaborative mobile applications. **2012 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications**, 2012. v. 8, p. 3166–171, 2012.

BERKENBROCK, C. **Uma Estratégia para Garantir Coerência de Cache e Percepção em Sistemas Colaborativos com Apoio a Mobilidade**. Tese (Doutorado) — ITA: Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2009.

BERTINI, E. et al. Appropriating heuristic evaluation for mobile computing. **Human-Computer Interaction and Innovation in Handheld, Mobile and Wearable Technologies**, 2011. Information Science Reference, v. 3, p. 20, 2011.

BEZBORUAH, T. Mobile computing: the emerging technology, sensing challenges and applications. **ICTP Publications**, 2010. v. 1, p. 1–11, 2010.

BLACKBERRY. 2013. Disponível em: <<https://developer.blackberry.com/>>.

BOBERG, M.; PIIPPO, P.; OLLILA, E. Designing avatars. In: **Proceedings of the 3rd international conference on Digital Interactive Media in Entertainment and Arts**. New York, NY, USA: ACM, 2008.

BODEMER, D.; DEHLER, J. Group awareness in cscl environments. **Computers in Human Behavior**, 2011. v. 27, p. 1043–1045, 2011.

BOHØJ, M. et al. Timeline collaboration. In: ACM. **Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. New York, NY, USA: ACM, 2010. p. 523–532.

BREZILLON, P. et al. Context-awareness in group work: Three case studies. In: **Proceedings of the IFIP Int. Conference on Decision Support Systems (DSS2004) Decision Support in an Uncertain and Complex World**. Prato, Italy: Monash University, 2004.

- BREZILLON, P. et al. Context-based awareness in group work. In: **Proceeding of the 17th International FLAIRS Conference**. Miami, Florida USA: AAAI Press, 2004.
- CHAVEZ, J.; ROMERO, M. Group awareness, learning, and participation in computer supported collaborative learning (cscl). **Procedia – Social and Behavioral Sciences**, 2012. v. 46, p. 3068–3073, 2012.
- CONVERSY, S. et al. Supporting air traffic control collaboration with a tabletop system. In: ACM. **Proceedings of the ACM 2011 conference on Computer supported cooperative work**. New York, NY, USA: ACM, 2011. p. 425–434.
- COSTA, A. N. da; PIMENTEL, M. Sistemas colaborativos para uma nova sociedade e um novo ser humano. In: PIMENTEL, M.; FUKS, H. (Ed.). **Sistemas Colaborativos**. São Paulo, SP, Brazil: Elsevier, 2011. p. 3–15.
- CROMAR, S. **Smartphones in the U.S.: Market Analysis**. Tese (Doutorado) — Universidade de Illinois, 2010.
- CUNHA, P.; FIGUEIREDO, A. Action research and critical rationalism: a virtuous marriage. In: **ECIS'02 European Conference on Information Systems**. Gdansk, Poland: [s.n.], 2002. p. 19–26.
- DEHLER, J. et al. Guiding knowledge communication in cscl via group knowledge awareness. **Computers in Human Behavior**, 2011. v. 27, p. 1068–1078, 2011.
- DEY, A. Understanding and using context. **Personal Ubiquitous Computing**, 2001. v. 5, p. 4–7, 2001.
- DEY, A.; ABOWD, G. Towards a better understanding of context and context-awareness. In: **Technical Report GIT-GVU**. Berlin, Germany: Springer, 1999.
- DILL, M. et al. Melhorando o desempenho de um subsistema móvel de monitoramento de subestações de energia modelado a partir de um web service. **Revista Brasileira de Computação Aplicada**, 2011. v. 3, p. 64–73, 2011.
- DOURISH, P. **Where the Action Is: The Foundations of Embodied Interaction**. Massachusetts Institute of Techonology, Ohio, USA: MIT Press, 2001.

DOURISH, P.; BELLOTTI, V. Awareness and coordination in shared workspaces. In: **CSCW'92: Proceedings of the 1992 ACM Conference on Computer-supported cooperative work**. New York, NY, USA: ACM, 1992. p. 107–114.

EL-HELOU, S. et al. **Participatory Design for Awareness Features: Enhancing Interaction in Communities of Practice**. [S.l.]: Citeseer, 2008.

ELLIS, C.; GIBBS, S. Concurrency control in groupware systems. In: **CSCW'92: Proceedings of the 1992 ACM Conference on Computer-Supported Cooperative Work**. New York, NY, USA: ACM, 1992. p. 107–114.

ELLIS, C.; GIBBS, S.; REIN, G. Groupware - some issues and experiences. **Communications of the ACM**, 1991. v. 34, p. 38–58, 1991.

ENGELMAN, T. et al. Knowledge awareness in cscl: A psychological perspective. **Computers in Human Behavior**, 2009. v. 25, p. 949–960, 2009.

FILIPPO, D. Pesquisa-ação em sistemas colaborativos. In: PIMENTEL, M.; FUKS, H. (Ed.). **Sistemas Colaborativos**. São Paulo, SP, Brazil: Elsevier, 2011.

FIREFOX. 2013. Disponível em: <<https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Mozilla/Firefox\OS>>.

GEROSA, M.; FUKS, H.; LUCENA, C. Suporte à percepção em ambientes digitais de aprendizagem. **Revista Brasileira de Informática na Educação, Sociedade Brasileira de Computação**, 2003. v. 11, p. 75–85, 2003.

GOLD, R.; MASCOLO, C. Use of context-awareness in mobile peer-to-peer networks. In: IEEE. **FTDCS 2001 – Proceedings. The Eighth IEEE Workshop on Future Trends of Distributed Computing Systems**. New York, NY, USA: IEEE, 2001. p. 142–147.

GREENBERG, S. Collaborative interfaces for the web. **Human factors and web development**, 1997. v. 18, p. 241–254, 1997.

GUANAWARDENA, C. Social presence theory and implications for interaction and collaborative learning in computers conferences. **International Journal of Educational Telecommunications**, 1995. v. 1, p. 147–166, 1995.

- GUTWIN, C. The effects of network delays on group work in real-time groupware. In: SPRINGER. **ECSCW 01: Proceedings of the 7th European Conference on Computer-Supported Cooperative Work**. Kluwer Academic Publishers, Bonn, Germany: Springer, 2002. p. 299–318.
- GUTWIN, C.; GREENBERG, S. The effects of workspace awareness support on the usability of real-time distributed groupware. **ACM Trans. on Computer-Human Interaction**, 1999. v. 6, p. 243–281, 1999.
- GUTWIN, C.; GREENBERG, S. A descriptive framework of workspace awareness for real-time groupware. **Computer Supported Cooperative Work**, 2001. v. 11, p. 411–446, 2001.
- GUTWIN, C.; GREENBERG, S.; ROSEMAN, M. Workspace awareness in real-time distributed groupware: Framework, widgets, and evaluation. In: R.SASSE; CONNINGHAM, A.; WINDER, R. (Ed.). **People and Computers**. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 1996. p. 281–298.
- GUTWIN, C.; ROSEMAN, M.; GREENBERG, S. A usability study or awareness widgets in a shared workspace groupware system. In: **Dept. Computer Science**. New York, NY, USA: ACM, 1996.
- GUTWIN, C.; STARK, G.; GREENBERG, S. Support for workspace awareness in educational groupware. In: **CSCL'95: Proceedings of Computer Support for Collaborative Learning**. Bloomington, Indiana, USA: Indiana University, 1995.
- HAKKILA, J.; MANTYJARVI, J. Developing design guidelines for context-aware mobile applications. In: **Proceedings of the 3rd International Conference on Mobile technology, Applications and Systems**. New York, NY, USA: ACM, 2006.
- HERBSLEB, J. et al. Distance, dependencies, and delay in a global collaboration. In: **CSCW'00: Proceedings of the 2000 ACM Conference on Computer Supported Collaborative Work**. New York, NY, USA: ACM, 2000. p. 319–328.
- HOLLEIS, P. et al. Keystroke-level model for advanced mobile phone interaction. In: ACM. **Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems**. New York, NY, USA: ACM, 2007. p. 1505–1514.

- HORNUNG, H.; BARANAUSKAS, M. Timelines as mediators of lifelong learning processes. In: BRAZILIAN COMPUTER SOCIETY. **Proceedings of the 11th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems**. Porto Alegre, RS, Brazil: Brazilian Computer Society, 2012. p. 99–108.
- IDC, I. D. C. 2013. Disponível em: <http://www.idc.com/getdoc.jsp?-containerId=prUS23771812\UP_7fWdaaKo>.
- ISO. 9241-11. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs)**. 1998.
- JANSSEN, J.; ERKENS, G.; KIRSHNER, P. Group awareness tools: It's what you do with it that matters. **Computers in Human Behavior**, 2011. v. 27, p. 1046–1058, 2011.
- JONASSON, N. Awareness support in a groupware widget toolkit. In: **Proceedings of the 2003 international ACM SIGGROUP conference on Supporting group work**. New York, NY, USA: ACM, 2003. p. 258–267.
- JONASSON, N. Designing for collaboration: Interface guidelines for improving co-located collaboration on tabletop displays. 2010. v. 14, p. 67–141, 2010.
- KIRSC-PINHEIRO, M. et al. Bw-m: A framework for awareness support in web-based groupware systems. In: **Proceedings of the Ninth International Conference Computer Supported Cooperative Work in Design**. New York, NY, USA: IEEE, 2005. p. 240–246.
- KOCK, N.; MCQUEEN, R.; SCOTT, J. Can action research be made more rigorous in a positivist sence? the contribution of an interactive approach. **Journal of Systems and Information Technology**, 1997. v. 1, p. 1–24, 1997.
- KOSHMAN, G. S. ans T.; SUTHERS, D. Computer-supported collaborative learning: An historical perspective. In: SAWYER, R. (Ed.). **Cambridge handbook of the learning sciences**. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, 2006. p. 409–426.
- LANE, N. et al. A survey of mobile phone sensing. **IEEE Communications Magazine**, 2010. v. 48, p. 140–150, 2010.

- LICEA, G.; FAVELA, J. Reusability in groupware development through a pattern system. **Computacion y Sistemas**, 2000. v. 4, p. 182–191, 2000.
- MACK, R.; NIELSEN, J. **Usability inspection methods**. [S.l.]: Wiley & Sons, 1994.
- MANDVIWALLA, M.; OLFMAN, L. What do groups need? a proposed set of generic groupware requirements. **ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)**, 1994. ACM, v. 1, n. 3, p. 245–268, 1994.
- MAZLAN, M. **Students Perception of Motivation to Learn: Does an Avatar Motivate?** Tese (Doutorado) — Durham University, 2012.
- MCLEAN, R. Meta-communication widgets for knowledge building in distance education. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF THE LEARNING SCIENCES. **Proceedings of the 1999 conference on Computer support for collaborative learning**. New York, NY, USA: International Society of the Learning Sciences, 1999. p. 48.
- NIELSEN, J. **Usability engineering**. San Diego, California, USA: Access Online via Elsevier, 1994.
- NOKIA. 2013. Disponível em: <http://www.developer.nokia.com/Community/Wiki/Desenvolvendo-aplica\cc\~oes_para_Symbia>.
- NORSATI, M.; KARIMI, R.; HASANVAND, H. Mobile computing: Principles, devices and operating systems. **World Applied Programming**, 2012. v. 2, p. 399–408, 2012.
- NUNES, M. et al. What did i miss? visualizing the past through video traces. In: **ECSCW 07: Proceedings of the 10th European Conference on Computer-Supported Cooperative Work**. Berlin, Germany: Springer, 2007. p. 1–20.
- NUTTER, D.; BOLDYREFF, C. Historical awareness support and its evaluation in collaborative software engineering. **Twelfth International Workshop on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises**, 2003. v. 12, p. 171–176, 2003.
- OLIVER, E. A survey of mobile database caching strategies. **SIGMOBILE: Mobile Computing and Communications Review**, 2007. v. 11, p. 1–7, 2007.

OMORONYIA, I. et al. A review of awareness in distributed collaborative software engineering. **Software: Practice and Experience**, 2010. Wiley Online Library, v. 40, n. 12, p. 1107–1133, 2010.

OULASVIRTA, A. Designing mobile awareness cues. In: **Proceedings of the 10th international conference on Human Computer Interaction with mobile devices and services**. New York, NY, USA: ACM, 2008.

PAPADOULOS, C. Improving awareness in mobile cscw. **IEEE Transactions on Mobile Computing**, 2006. v. 5, p. 1331–1346, 2006.

PHELLIX, C. et al. Group awareness of social and cognitive performance in a cscl environment: Effects of a peer feedback and reflection tool. **Computers in Human Behavior**, 2010. v. 27, p. 1087–1102, 2010.

PINELLE, D. et al. Usability heuristics for networked multiplayer games. In: ACM. **Proceedings of the ACM 2009 international conference on Supporting group work**. New York, NY, USA: ACM, 2009. p. 169–178.

RAPOSO, A. et al. Coordination of collaborative activities: A framework for the definitionof tasks interdependencies. In: **IEEE. Groupware, 2001. Proceedings. Seventh International Workshop on**. Darmstand, Germany: IEEE, 2001. p. 170–179.

ROCHELLE, J.; TEASSLEY, S. The construction of shared knowledge in collaborative problem solving. **Computer Supported Collaborative Learning**, 1995. v. 1, p. 69–97, 1995.

RÖCKER, C. Requirements and guidelines for the design of team awareness systems. **Proceedings of ICICT: International Conference on Information, Computing and Telecommunications**, 2009. v. 7, p. 164–172, 2009.

RÖCKER, C. Universal access to awareness information: using smart artefacts to mediate awareness in distributed teams. **Universal Access in the Information Society**, 2012. Springer, v. 11, n. 3, p. 259–271, 2012.

SANGIN, M. et al. Facilitating peer knowledge modeling: Effects of a knowledge awareness tool on collaborative learning outcomes

and process. **Computers in Human Behavior**, 2011. v. 27, p. 1059–1067, 2011.

SANTOS, V.; TEDESCO, P.; SALGADO, A. Percepção e contexto. In: PIMENTEL, M.; FUKS, H. (Ed.). **Sistemas Colaborativos**. 1. ed. São Paulo, SP, Brazil: Elsevier, 2011. v. 1, cap. 10, p. 157–172.

SCHILIT, B.; ADAMS, N.; THEIMER, M. Disseminating active map information to mobile hosts. **IEEE Network**, 1994. v. 7, p. 22–32, 1994.

SCHILIT, B.; ADAMS, N.; WANT, R. Context-aware computing applications. **IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications**, 1994. v. 1, p. 85–90, 1994.

SEONG, D. Usability guidelines for designing mobile learning portals. In: ACM. **Proceedings of the 3rd international conference on Mobile technology, applications & systems**. New York, NY, USA: ACM, 2006. p. 25.

SIMPSON, J.; WEINER, E. **The Oxford English Dictionary**. [S.l.]: Oxford University Press, 1989.

SOHLENKAMP, M.; PRINZ, W.; FUCHS, L. Poliawac: Design and evaluation of an awareness enhanced groupware client. **AI & Society Journal**, 2000. v. 14, p. 31–47, 2000.

STERNBERG, R.; MIO, J. **Cognitive psychology**. 5. ed. Belmont, California, USA: Cengage Learning, 2006.

SUSMAN, G.; EVERED, R. An assessment of the scientific metrics of action research. **Administrative Science Quarterly**, 1978. v. 23, p. 582–603, 1978.

TALAEI-KHOEI, A. et al. A framework for awareness maintenance. **Journal of Network and Computer Applications**, 2012. v. 35, p. 199–210, 2012.

TEE, K.; GREENBERG, S.; GUTWIN, C. Artifact awareness through screen sharing for distributed groups. **International Journal of Human-Computer Studies**, 2009. Elsevier, v. 67, n. 9, p. 677–702, 2009.

TIZEN. 2013. Disponível em: <<https://www.tizen.org/about>>.

- TIZEN. 2013. Disponível em: <<https://developer.tizen.org/downloads/sdk/>>.
- TRINDADE, F.; MANTAU, M.; BERKENBROCK, C. Desenvolvimento e avaliação de uma ferramenta móvel para controle nutricional. **Anais SULCOMP: Congresso Sul Brasileiro de Computação**, 2013. v. 6, p. 1–10, 2013.
- UBUNTU. 2013. Disponível em: <<http://www.ubuntu.com/devices-phone>>.
- UBUNTU. 2013. Disponível em: <<http://developer.ubuntu.com/resources>>.
- WINDOWS. 2013. Disponível em: <<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windowsphone/develop>>.
- ZUMBACH, J.; HILLERS, A.; REIMANN, P. Supporting distributed problem-based learning: The use of feedback mechanisms in online learning. In: ROBERTS, T. (Ed.). **Online Collaborative learning: Theory and practice**. [S.l.]: IG Global, 2004. p. 86–102.

APÊNDICE A - PUBLICAÇÕES REALIZADAS

Abaixo são listados os trabalhos completos publicados ao longo da realização desta pesquisa.

Artigos completos publicados:

KIMURA, M.H.; MANTAU, M.J.; KEMCZINSKI, A.; GASPARINI, I. Avaliação de usabilidade das funcionalidades assíncronas de privacidade do Facebook. In: **WAIHCWS'12 - IV Workshop de Aspectos da Interação Humano-Computador na Web Social.** Cuiabá - MT. 2012.

KIMURA, M.H.; MANTAU, M.J.; KEMCZINSKI, A.; GASPARINI, I.; BERKENBROCK, C. D. M. Usability evaluation of Facebook's privacy features: comparison of experts and users. In: **Proceedings of the IADIS International Conference WWW/INTERNET 2012 (ICWI2012).** Madrid. 2012. v.1. p.311 - 318.

TRINDADE, F.; MANTAU, M.J.; BERKENBROCK, C.D.M. Desenvolvimento e Avaliação de uma Ferramenta Móvel para Controle Nutricional. In: **Anais do VI Congresso Sul Brasileiro de Computação.** Criciúma - SC. 2013. v.1.

FURQUIM, A.; MANTAU, M.J.; BERKENBROCK, C.D.M. Simple Question: Uma Extensão da Ferramenta de Colaboração Móvel para tornar Apresentações mais Efetivas. In: **Anais do VI Congresso Sul Brasileiro de Computação.** Criciúma - SC. 2013. v.1.

MANTAU, M.J.; BERKENBROCK, C. D. M.; VAHLDICK, A.; EYER-KAUFER, M.L. Gerenciamento Agrícola com Suporte à Mobilidade: Uma Ferramenta Móvel para Automatizar Cálculos de Plantio. In: **Anais do IX Congresso Brasileiro de Agroinformática.** Cuiabá - MT. 2013.

MANTAU, M.J.; ARAUJO, L.P.; CITADIN, J.R.; BERKENBROCK, C.D.M. Avaliação Heurística Para Groupwares Móveis: Um Estudo de Caso Utilizando um Audience Response System. In: **Proceedings of Conferencia Ibero Americana Computacion Aplicada.** Porto Alegre - RS. 2013.

MANTAU, M.J.; BERKENBROCK, C.D.M. Visualização e Filtragem de Informações de Percepção em Group-wares Móveis. In: **III Workshop de Teses e Dissertações em Sistemas Colaborativos (WTD-SC 2013)**, X Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos. Manaus - AM. 2013.

MANTAU, M.J.; BERKENBROCK, C.D.M.; BERKENBROCK, G.R. Visualização e Filtragem de Informações de Percepção em Group-wares Móveis. In: **Anais do X Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos**. Manaus - AM. 2013. p.9 – 15.

Artigos completos aceitos para publicação:

MANTAU, M.J.; BERKENBROCK, C.D.M.; BERKENBROCK, G.R. Visualization and Filtering Awareness Information in Mobile Groupwares: an Action Research Approach. In: **18th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD 2014)**, Hsinchu, Taiwan. 2014.

ARAUJO, L.P.; MANTAU, M.J.; CITADIN, J.R.; BERKENBROCK, C.D.M.; KEMCZINSKI, A.; BERKENBROCK, G.R.; MATTOS, M.M. Heuristic Evaluation for Mobile Groupware: Evaluating Two Audience Response Systems. In: **JACR – Journal of Applied Computing Research**. ISSN: 2236-8434. 2014.

Capítulos de livros aceitos para publicação:

KIMURA, M.H.; MANTAU, M.J.; KEMCZINSKI, A.; GASPARINI, I.; BERKENBROCK, C.D.M. Usability evaluation of Facebook's privacy features: comparison of experts and users. In: ISAIAS, P.; KOMMERS, P.; ISSA, T. (Ed.)**The Evolution of the Internet in the Business Sector: Web 1.0 to Web 3.0**. IGI Global. 2014.

APÊNDICE B – FOLHA DE INSTRUÇÕES DO JOGO NO CICLO 1



Muito obrigado por participar e contribuir para esta pesquisa!

O que é o jogo “*Warming up the Brain*”?

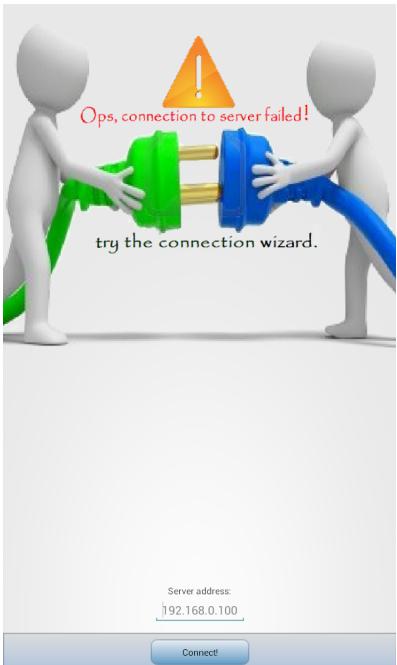
O “*Warming up the Brain*” é um jogo de perguntas cujo objetivo é conseguir o maior número de pontos respondendo corretamente a um conjunto de questões. O jogo consiste em uma matriz bidimensional contendo em cada uma das células uma pergunta. Os jogadores são divididos igualmente em duas equipes (“Team A” ou “Team B”).

Regras

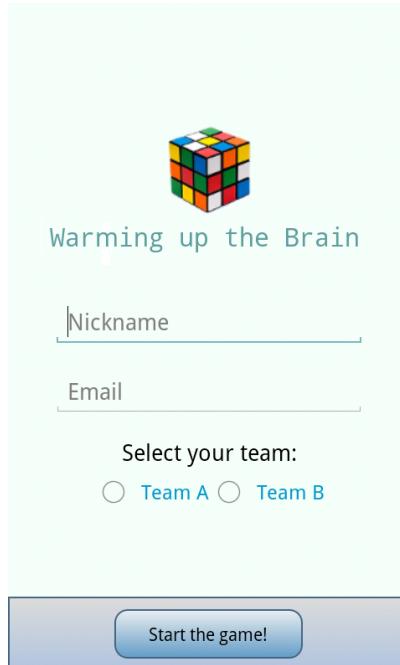
- 1.** Ao responder corretamente uma pergunta, é contabilizado um ponto para a equipe;
- 2.** Caso a pergunta seja respondida incorretamente, decrementa-se um ponto da equipe;
- 3.** Caso outro membro da equipe responda a mesma pergunta corretamente, a penalidade é anulada;
- 4.** Se a outra equipe responder, esta receberá dois pontos e a penalidade é aplicada a equipe adversária;
- 5.** Responder incorretamente uma pergunta acarreta em possível penalidade para uma equipe, e em uma grande oportunidade para a equipe adversária.
- 6.** Você pode utilizar o chat do grupo para trocar ideias, debater sobre questões, tirar dúvidas, ou aprimorar a estratégia do grupo. As mensagens do chat são visíveis apenas para o seu time.

Conhecendo a interface do jogo

Tela “conexão”



Tela “*login* de usuário”



Tela “conexão”. Ao iniciar a aplicação, é necessário conectar a aplicação ao servidor. Por padrão é o endereço “192.168.0.100”. Caso a conexão não for estabelecida, verifique se o smartphone está conectado à rede WiFi.

Tela “*login* de usuário”. Para utilizar a aplicação é preciso realizar o *login*. Neste momento você deve selecionar qual será o seu time (“Team A” ou “Team B”). Para que as duas equipes tenham uma quantidade de jogadores equilibrada, ESPERE o mediador lhe informar qual será o seu time.

Tela “quadro de questões” Tela “responder questão”

My Group: Group X
XX participants

Other Group: Group Y
XX participants

01	02	03	04	05
06	07	08	09	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25
26	27	28	29	30
31	32	33	34	35
36	37	38	39	40
41	42	43	44	45
46	47	48	49	50

 Starting terminal... (OK)

Question: 8 Time Left: 1m00s
General Knowledge

Sobre Bit e Byte é correto afirmar que:

I. Bit é um conjunto de 8 Bytes;
II. Byte é um conjunto de oito Bits;
III. Bit é a menor unidade de informação. Pode ser 0 ou 1;
IV. Se tivéssemos 2 bits, poderíamos ter apenas as seguintes combinações representadas a seguir: {0;0}, {0;1}, {1;0}, {1;1};
A sequência correta é:

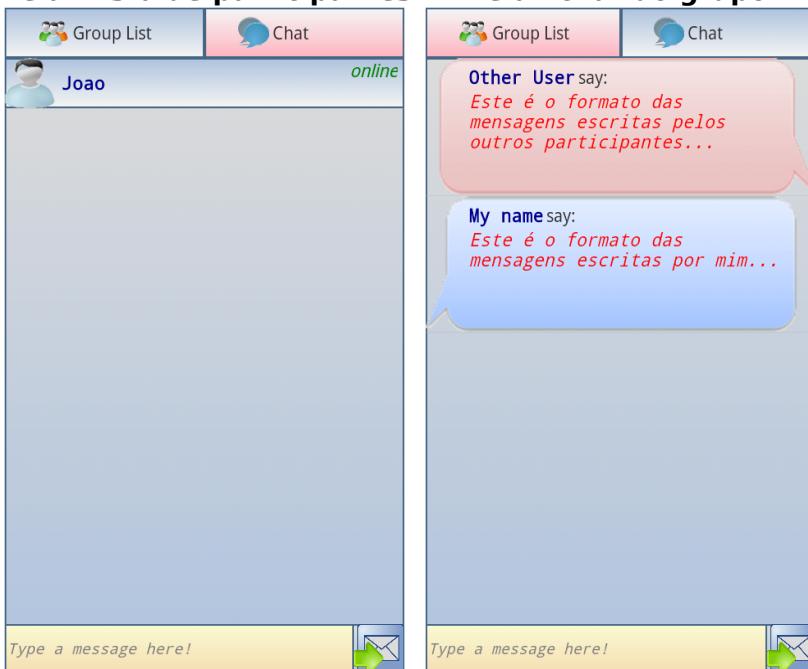
Alternativas III e IV estão corretas;
 Alternativas II e III estão corretas;
 Alternativas I, II e III estão corretas;
 Todas as alternativas estão corretas;
 Nenhuma das opções anteriores;

Cancel Submit Answer

Tela “quadro de questões”. Esta é a tela principal da aplicação. Acima é apresentado o placar geral do jogo, logo abaixo a matriz com as 50 questões e, ao final o terminal da aplicação. Ao clicar no placar, é apresentada a tela “lista de usuários”, onde é apresentada a lista completa dos participantes de sua equipe. Para responder a uma questão basta clicar no quadro desejado (obedecendo as regras das questões). O terminal apresenta o histórico completo de alterações das questões. Ao lado do terminal é apresentado um *widget* que apresenta o número de mensagens “não lidas” presentes no chat do grupo. Ao clicar neste *widget* você abre a tela “chat do grupo”.

Tela “responder questão”. Esta tela apresenta a questão que deve ser respondida pelo usuário. Todas as questões do jogo são de múltipla escolha.

Tela “lista de participantes” Tela “chat do grupo”



Tela “lista de usuários”. Esta tela apresenta a lista completa dos integrantes de sua equipe. Na parte há duas abas que permite alternar entre as telas “lista de usuários” e “chat do grupo”. Na parte inferior da tela é apresentado um *widget* que permite enviar uma mensagem para o grupo através do chat.

Tela “chat do grupo”. Esta tela apresenta o chat completo do grupo. As mensagens apresentadas nos balões azuis indicam que foram enviadas por você, e as em rosa pelos demais integrantes da equipe. Na parte inferior da tela está o *widget* para enviar as mensagens e interagir com o grupo. Para retornar a tela principal da aplicação (tela de questões), basta apenas clicar no menu voltar do dispositivo.

Estados possíveis para as questões

Na parte superior do *widget* é apresentado o nome do participante que o detém. Na parte inferior, ao lado do número da questão, é apresentado um ícone que também ajuda a identificar quem é o jogador que detém o registro (você, ou alguém de sua equipe).



- Questão correta;
Você acertou a questão;
- Questão correta;
Alguém da sua equipe acertou;
- Questão incorreta;
Você errou a questão;
- Questão incorreta;
Alguém da sua equipe errou a questão;
- Questão de ouro (pontuação dobrada);
Outra equipe errou a questão;
- Questão bloqueada;
Você a selecionou;
- Questão bloqueada;
Alguém da sua equipe a selecionou;
- Questão bloqueada;
Outra equipe a selecionou;
- Questão desperdiçada;
Outra equipe acertou a questão;
- Questão em branco;
Ninguém escolheu esta questão;

O jogo é finalizado quando todas as questões foram respondidas corretamente (pelo “Team A” ou “Team B”).

Boa sorte à sua equipe!



Warming Up The Brain: Questionário

Esta pesquisa faz parte de um projeto de Mestrado realizado na Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC.

O questionário tem como objetivo avaliar o jogo "Warming Up The Brain".

Os dados aqui informados serão utilizados somente para fins de pesquisa e o anonimato dos entrevistados será preservado em qualquer situação.

*** Questão obrigatória**

Se estiver de acordo, marque a opção abaixo e prossiga com a realização do questionário: *

- Concordo com os termos acima

As questões abaixo servem para avaliar a coerência das informações entre os dispositivos móveis.

1. Em que time você estava jogando? *

- Time A;
 Time B;

2. Quantos jogadores existiam na sua equipe? *

R: | _____ |

3. Quantos jogadores existiam na outra equipe? *

R: | _____ |

4. Ao final do jogo, quantas questões foram respondidas corretamente por sua equipe? *

R: |_____|

5. Ao final do jogo, quantas questões foram respondidas corretamente pela outra equipe? *

R: |_____|

As questões abaixo servem para avaliar a cooperação, desempenho e o esforço gasto nas tarefas.

6. Gostaríamos de saber se você conseguiu jogar de maneira satisfatória. Qual é o seu grau de satisfação durante o jogo cooperativo? *



7. As informações apresentadas na tela do jogo auxiliaram a identificar os outros jogadores? *



8. Você conseguiu identificar rapidamente o estado de cada pergunta pelo esquema de cores proposto? *



9. Você conseguiu identificar rapidamente quais perguntas foram respondidas por você? *

1 2 3 4

Pouco Muito

10. Ao acabar de responder uma questão e retornar para a tela principal da aplicação (tela contendo o quadro de questões), você conseguiu identificar rapidamente o estado de cada questão e onde os outros integrantes de sua equipe estavam trabalhando? *

1 2 3 4

Pouco Muito

11. Você conseguiu identificar as ações dos demais integrantes no jogo? *

1 2 3 4

Pouco Muito

12. Qual foi o nível de dificuldade encontrado ao utilizar o smartphone? *

1 2 3 4

Muito Pouco

13. Qual foi o nível de dificuldade encontrado para aprender a utilizar o jogo colaborativo? *

1 2 3 4

Muito Pouco

14. Qual foi o nível de dificuldade encontrado para completar as tarefas? *

1	2	3	4		
Muito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Pouco

15. Qual foi o nível de esforço necessário para completar as tarefas? *

1	2	3	4		
Muito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Pouco

As questões abaixo servem para ajudar a avaliar a sensação de presença durante a sessão colaborativa.

16. Você conseguiu identificar a presença dos demais jogadores durante o jogo? Justifique. *

17. Você conseguiu identificar em que parte do jogo os demais jogadores da sua equipe estavam trabalhando? Justifique. *

18. Você conseguiu identificar durante o jogo quais eram os integrantes da sua equipe? Justifique. *

19. Você conseguiu identificar durante o jogo quais eram os integrantes da outra equipe? Justifique. *

As questões abaixo servem para ajudar a avaliar o nível de atenção necessário durante a realização das atividades.

20. Você sentiu-se prejudicado por algum fator durante o jogo?
(Se sim, selecione o(s) fator(es) abaixo)

- Ruído no ambiente;
 - Aproximação de outras pessoas;
 - Local de realização do experimento;
 - Problemas nosmartphone;
 - Outro: _____
-

As questões abaixo servem para coletar seu ponto de vista sobre todo o experimento.

21. Escreva algum comentário geral sobre o experimento:
(Fique a vontade para dar sua opinião ou crítica)

22. Indique novas funcionalidades ou melhorias que você acha interessante de serem implementados no jogo colaborativo:
(Fique a vontade para sugerir melhorias)

Obrigado por participar!

Mais uma vez, muito obrigada pela sua valiosa colaboração!

APÊNDICE D – FOLHA DE INSTRUÇÕES DO JOGO NO CICLO 2



Muito obrigado por participar e contribuir para esta pesquisa!

O que é o jogo “*Warming up the Brain*”?

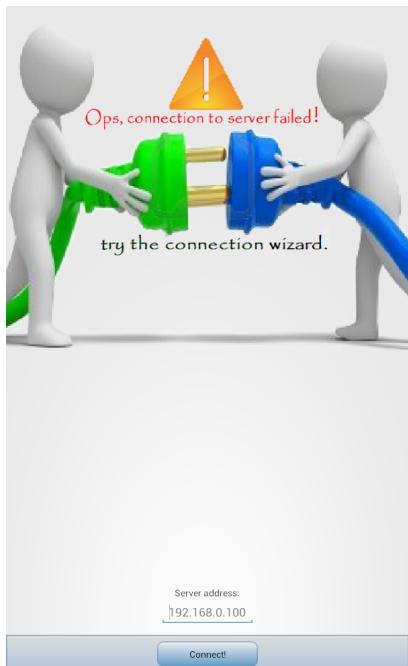
O “*Warming up the Brain*” é um jogo de perguntas cujo objetivo é conseguir o maior número de pontos respondendo corretamente a um conjunto de questões. O jogo consiste em uma matriz bidimensional contendo em cada uma das células uma pergunta. Os jogadores são divididos igualmente em duas equipes (“Team A” ou “Team B”).

Regras

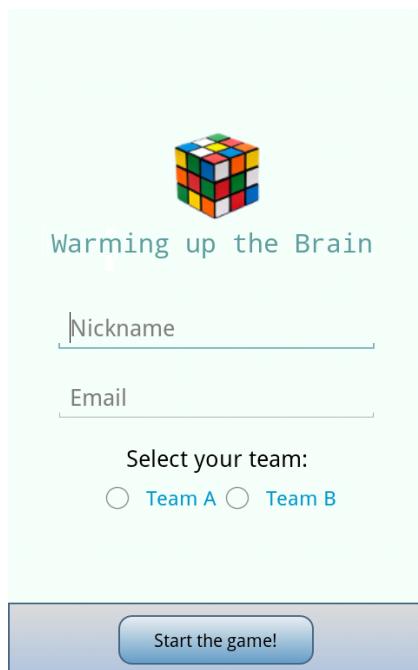
- 1.** Ao responder corretamente uma pergunta, é contabilizado um ponto para a equipe;
- 2.** Caso a pergunta seja respondida incorretamente, decrementa-se um ponto da equipe;
- 3.** Caso outro membro da equipe responda a mesma pergunta corretamente, a penalidade é anulada;
- 4.** Se a outra equipe responder, esta receberá dois pontos e a penalidade é aplicada a equipe adversária;
- 5.** Responder incorretamente uma pergunta acarreta em possível penalidade para uma equipe, e em uma grande oportunidade para a equipe adversária.
- 6.** Você pode utilizar o chat do grupo para trocar ideias, debater sobre questões, tirar dúvidas, ou aprimorar a estratégia do grupo. As mensagens do chat são visíveis apenas para o seu time.

Conhecendo a interface do jogo

Tela “conexão”



Tela “login de usuário”



Tela conexão. Ao iniciar a aplicação, é necessário conectar a aplicação ao servidor. Por padrão é o endereço “192.168.0.100”. Caso a conexão não for estabelecida, verifique se o smartphone está conectado à rede WiFi.

Tela login de usuário. Para utilizar a aplicação é preciso realizar o *login*. Neste momento você deve selecionar qual será o seu time (“Team A” ou “Team B”). Para que as duas equipes tenham uma quantidade de jogadores equilibrada, ESPERE o mediador lhe informar qual será o seu time.

Tela “quadro de questões” Tela “responder questão”

My Group: Team A
2 participants

Other Group: Team B
0 participants

11h26

Question: 38

POO

Time Left: 1m00s

Analice as afirmativas abaixo sobre os conceitos de Programação Orientada a Objetos:

I. A herança, em orientação a objetos, está relacionada ao fato de que os objetos podem herdar características comuns de outros objetos.

II. O uso de mais de uma super classe imediata é usualmente denominado herança múltipla; ter somente uma super classe direta é denominado herança simples.

III. O desenvolvedor deve utilizar herança múltipla para agilizar os processos de busca e execução dos processos.

Assinale a alternativa VERDADEIRA:

I e II, apenas;

I e III, apenas;

II e III, apenas;

I, II e III;

Nenhuma das alternativas estão corretas;

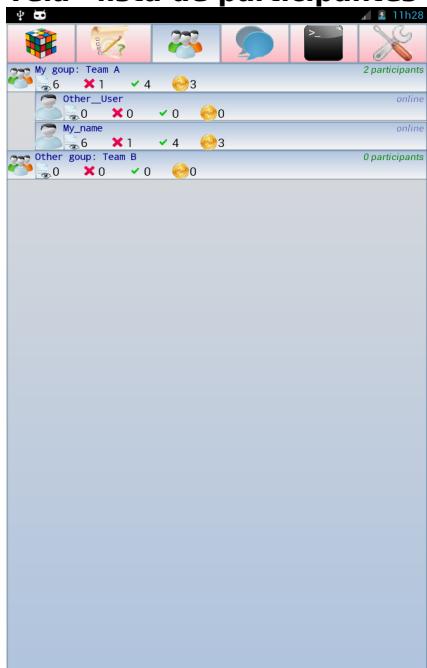
Cancel(Unlock)

Submit Answer

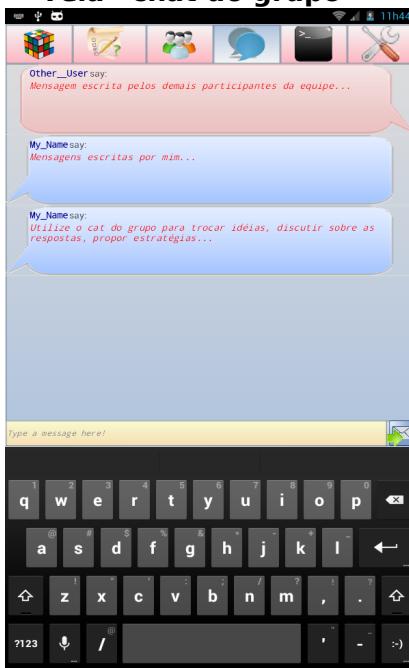
Tela “quadro de questões”. Esta é a tela principal da aplicação. Acima é apresentado o placar geral do jogo, logo abaixo a matriz com as 40 questões. Para responder a uma questão basta clicar no quadro desejado (obedecendo as regras das questões). Na parte superior, está disposto um menu para acessar rapidamente todas as demais telas da aplicação. Respectivamente o menu superior permite acessar as telas “quadro de questões”, “responder questão”, “lista de participantes”, “chat”, “terminal”, e “configuração”.

Tela “responder questão”. Esta tela apresenta a questão que deve ser respondida pelo usuário. Todas as questões do jogo são de múltipla escolha.

Tela “lista de participantes”



Tela “chat do grupo”



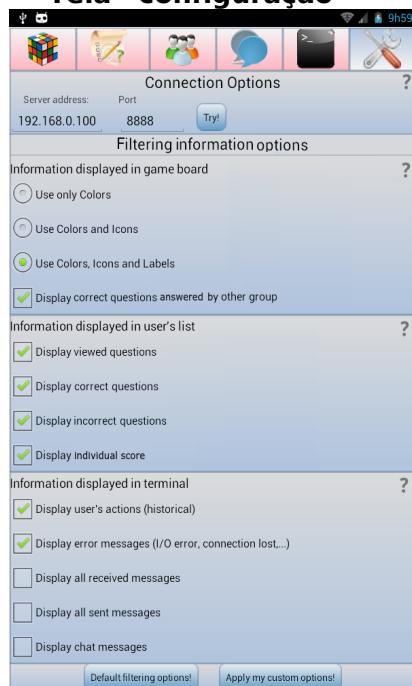
Tela “lista de participantes”. Esta tela apresenta a lista completa dos integrantes de sua equipe e os integrantes da equipe adversária. Para cada um dos jogadores, são apresentadas informações de seu desempenho individual: quantas questões ele visualizou, quantas questões ele respondeu incorretamente, quantas questões ele acertou, e o total de pontos que ele obteve. Para cada jogador ainda é apresentado, no canto superior direito, o estado atual do participante.

Tela “chat do grupo”. Esta tela apresenta o chat completo do grupo. As mensagens apresentadas nos balões azuis indicam que foram enviadas por você, e as em rosa pelos demais integrantes da equipe. Na parte inferior da tela está o widget para enviar as mensagens e interagir com o grupo.

Tela “terminal”

```
Starting terminal... [OK]
>My_name@Loading questions... [OK]
>My_name@Question selected: 1cheching your status...
>My_name@Locking question 1... [OK]
>My_name@Question 1 correct!
>My_name@Question selected: 40cheking your status...
>My_name@Locking question 40... [OK]
>My_name@Question 40 correct!
>My_name@Loading questions... [OK]
>My_name@Question selected: 18cheching your status...
>My_name@Locking question 18... [OK]
>My_name@Question 18 correct!
>My_name@Question selected: 22cheking your status...
>My_name@Locking question 22... [OK]
>My_name@Question 22 correct!
>My_name@Question selected: 25cheking your status...
>My_name@Locking question 25... [OK]
>My_name@Question selected: 28incorrect!
>My_name@Question selected: 29cheching your status...
>My_name@Locking question 29... [OK]
>My_name@Question selected: 39cheching your status...
>My_name@Locking question 39... [OK]
>My_name@Question selected: 38cheching your status...
>My_name@Locking question 38... [OK]
>My_name@Question selected: 28cheching your status...
>My_name@Locking question 28... [OK]
>My_name@Question 28 incorrect!
```

Tela “configuração”



Tela “terminal”. O terminal apresenta o histórico completo de alterações das questões. Através da tela “configurações” é possível habilitar outras informações como por exemplo, erros, mensagens enviadas/recebidas.

Tela “configurações”. Esta tela apresenta as configurações do jogo. Na parte superior é possível alterar as configurações de conexão com o servidor. Na sequencia, é apresentado as opções de filtragem de informações apresentadas nas telas do jogo. Por padrão, o jogo habilita um conjunto de opções, dependendo das configurações da tela dos dispositivos (*smartphones* ou *tablet*). Nesta tela é possível personalizar a granularidade das informações que são apresentadas na tela “quadro de questões”, “lista de participantes”, e “terminal”.

Estados possíveis para as questões

Na parte superior do *widget* é apresentado o nome do participante que o detém. Na parte inferior, ao lado do número da questão, é apresentado um ícone que também ajuda a identificar quem é o jogador que detém o registro (você, ou alguém de sua equipe).



Questão correta;
Você acertou a questão;

Questão correta;
Alguém da sua equipe acertou;

Questão incorreta;
Você errou a questão;

Questão incorreta;
Alguém da sua equipe errou a questão;

Questão de ouro (pontuação dobrada);
Outra equipe errou a questão;

Questão bloqueada;
Você a selecionou;

Questão bloqueada;
Alguém da sua equipe a selecionou;

Questão bloqueada;
Outra equipe a selecionou;

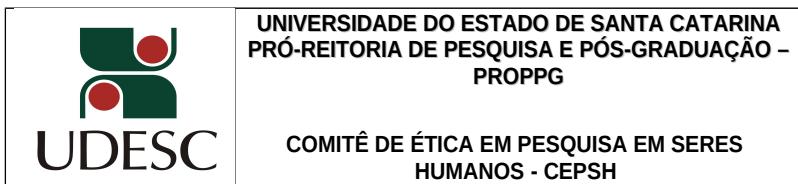
Questão desperdiçada;
Outra equipe acertou a questão;

Questão em branco;
Ninguém escolheu esta questão;

O jogo é finalizado quando todas as questões foram respondidas corretamente (pelo “Team A” ou “Team B”).

Boa sorte à sua equipe!

APÊNDICE E – TERMO DE CONSENTIMENTO DO CICLO 2



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto: Visualização e filtragem de informações de percepção em groupwares móveis

Você está sendo convidado(a) a participar de um estudo que fará uma avaliação de um jogo colaborativo intitulado “*Warming Up The Brain*”, um jogo de perguntas e respostas que pode ser utilizado como uma ferramenta de aprendizado colaborativo.

O estudo a ser realizado tem por objetivo avaliar técnicas de visualização e filtragem de informações de percepção, por meio de um conjunto de requisitos de usabilidade.

Os riscos destes procedimentos serão mínimos por envolver medições não-invasivas e com datas e horário especificados e negociados com o participante.

Para utilizar o jogo, cada indivíduo será identificado por um apelido (*nickname*). Nenhuma informação pessoal será solicitada ao longo da pesquisa e sua identidade será preservada.

Para a coleta de dados serão utilizados os *logs* gerados pelos dispositivos móveis, questionário, comentários espontâneos feitos pelos participantes, e anotações do pesquisador.

A pessoa que acompanhará diretamente o estudo será o mestrandinho Márcio José Mantau, que está sob orientação da professora Dra. Carla Diacui Medeiros Berkenbrock.

Você poderá se retirar do estudo a qualquer momento.

Solicitamos a vossa autorização para utilizar os dados coletados para a produção de artigos técnicos e científicos.

A sua privacidade será mantida através da não-identificação do seu nome.

Agradecemos a vossa participação e colaboração.

MÁRCIO JOSÉ MANTAU

PPGCA - Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada

DCC - Departamento de Ciência da Computação

UDESC/Joinville - Universidade do Estado de Santa Catarina

dcc6mjm@udesc.br

TERMO DE CONSENTIMENTO

Declaro que fui informado sobre todos os procedimentos da pesquisa e, que recebi de forma clara e objetiva todas as explicações pertinentes ao projeto e, que todos os dados a meu respeito serão sigilosos. Eu comprehendo que neste estudo, as medições dos experimentos/procedimentos de tratamento serão feitas em mim.

Declaro que fui informado que posso me retirar do estudo a qualquer momento. Concordo com os termos acima apresentados.

Nome por extenso _____.

Assinatura _____ Joinville, ____ / ____ / ____ .