



Universidade Federal do Rio Grande



Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde

Associação Ampla FURG / UFRGS / UFSM

**O USO DE TECNOLOGIAS PERSUASIVAS
UBÍQUAS PARA POTENCIALIZAR O
PROCESSO DE APRENDIZAGEM BASEADA
EM PROBLEMAS**

Sam da Silva Devincenzi

Prof. Dra. Silvia Silva da Costa Botelho

Rio Grande
2019

O USO DE TECNOLOGIAS PERSUASIVAS UBÍQUAS PARA POTENCIALIZAR O PROCESSO DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

Por: Sam da Silva Devincenzi

Tese de Doutorado apresentada ao programa de Pós Graduação em Educação em Ciências, da Universidade Federal do Rio Grande, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde.

Rio Grande, 2019

Ficha catalográfica

D495u Devincenzi, Sam da Silva.

O uso de tecnologias persuasivas ubíquas para potencializar o processo de aprendizagem baseada em problemas / Sam da Silva Devincenzi. – 2019.

126 f.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Rio Grande/RS, 2019.

Orientadora: Dra. Silvia Silva da Costa Botelho.

1. PBL 2. FBM 3. Tecnologia Persuasiva 4. Tecnologia Ubíqua
5. Gatilho 6. Motivação I. Botelho, Silvia Silva da Costa II. Título.

CDU 159.953.5:37

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE - FURG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM
CIÊNCIAS

A COMISSÃO EXAMINADORA, ABAIXO ASSINADA, APROVA A TESE:

*O Uso de Tecnologias Persuasivas Ubíquas para Potencializar o
Processo de Aprendizagem Baseada em Problemas*

ELABORADO POR: SAM DA SILVA DEVINCENZI
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM EDUCAÇÃO
EM CIÊNCIAS
COMISSÃO EXAMINADORA:

Profa. Dra. Silvia Silva da Costa Botelho (Orientador FURG – PPGEC / C3)

Profa. Dra. Fernanda Antoniolo Hammes de Carvalho (FURG – PPGEC)

Prof. Dr. Daniel Welfer (UFSM)

Prof. Dr. Cleo Zanella Billa (FURG – C3)

Rio Grande

2019

“Vai estudar “malandro”, é o jeito !!!” – Pai, 2015.

Estas palavras foram minha *Motivação* durante esta caminhada.

DEDICATÓRIA

Escrever esta dedicatória foi uma tarefa tão ou mais difícil do que a escrita da tese, pelo tamanho e importância das pessoas que aqui me refiro.

Inicialmente, gostaria de dedicar este trabalho ao meu filho Gonçalo, um “*Fenômeno*”. Nada que eu tenha lutado para a conclusão desta tese, chega perto das batalhas que ele venceu. Filho, tua força deu ao pai o que precisava para concluir este trabalho. Muito obrigado por ter entrado em nossas vidas.

Além de homenagear meu filho, sabe quando iniciamos algo que, por mais que saibamos que todos torcem por nós, existe aquele que vive mais o desafio com a gente?! Esse era meu pai, o Gaveta. Do jeito dele, só dele, participava como se estivesse cursando junto. Não sei explicar, mas sinto que, mesmo que ele tenha nos deixado fisicamente no final, ele sempre esteve aqui, e concluiu esse nosso último projeto junto comigo. Pai, muito obrigado ... é pra ti ... conseguimos !!!

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Pampa, por ter me concedido a liberação para cursar o doutorado e pelo suporte que deu durante este processo.

À equipe do Projeto Sapiens (extensível à turma das reuniões das segundas), em especial a Vivi e o Fernando. Nossos debates, estudos e contestações foram essenciais para o desenvolvimento do conhecimento exposto nesta tese.

À minha orientadora Silvia, pelo caminho traçado, por todo conhecimento transmitido e suporte a este processo, extrapolando as fronteiras do acadêmico e se tornando uma amizade de fundamental importância para a conclusão do trabalho e pra minha vida.

À minha família, que como uma equipe, de uma forma ou outra, me apoiou e torceu por mim. Minha vó, Suely, que certamente me manteve em suas rezas diárias. Minha sogra, Gilma, que de forma incansável me ajudou a revisar, e revisar, e novamente revisar meus textos.

À minha mãe, Gina, que torceu e me incentivou sempre. Durante este período, ela também travou sua batalha. E como eu, vai vencer o seu desafio, eu sei que vai.

À minha esposa, Paula, uma pessoa que neste período, passou comigo por experiências que vão muito além deste doutorado e sempre foi a melhor dupla que eu poderia ter, brigando, elogiando, rindo e chorando (ahhhhh, e revisando meus textos). “Tamo junto time !!!”. Te amo.

RESUMO

A Aprendizagem Ativa surge como uma área onde o aluno é incentivado a fazer mais em seu processo de aprendizagem que somente ouvir. Dentre as estratégias de Aprendizagem Ativa, a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) é uma das mais destacadas, por se tratar de uma forma envolvente e motivadora de aprendizagem experiencial, onde os alunos estão muitas vezes muito próximos dos detalhes imediatos do problema e da solução proposta, sendo conceituado como um dos métodos mais motivadores para o aprendizado do aluno. Uma vez que, na execução da PBL, os alunos passam a ter participação e decisão sobre o seu processo de aprendizagem, é de suma importância que estes estejam motivados. Por outro lado, Hmelo-Silver (2004) indica que mesmo a motivação sendo um dos pontos fortes da PBL, ela ainda não é plenamente alcançada pelas práticas atuais. O objetivo desta tese é propor uma tecnologia persuasiva ubíqua para potencializar a aplicação da metodologia PBL, nos cursos de graduação na área da computação, mantendo assim, os alunos motivados em seu processo de aprendizagem. Para tanto, o aplicativo TutorApp foi desenvolvido como uma ferramenta que implementou a tecnologia persuasiva ubíqua proposta para interagir e motivar os alunos em seu processo de aprendizagem, e foi utilizado em 2 estudos de caso para ser validado. De forma a quantificar os resultados da pesquisa referentes ao ganho de motivação por parte dos alunos, utilizamos para medição quantitativa, o modelo do *framework* proposto por Tôledo (2017) no Estudo de Caso 1 e o modelo proposto por Mota (2018) no Estudo de Caso 2. De forma a medir qualitativamente o trabalho, o Discurso Sujeito Coletivo (DSC) de Lefèvre e Lefèvre (2009) foi utilizado. Com a análise dos dados gerados nos estudos de caso, baseada no discurso dos alunos e na avaliação de suas motivações a cada gatilho disparado, podemos identificar que, no geral, a inferência da tecnologia desenvolvida foi capaz de alcançar os alunos, elevando seu grau de motivação durante o experimento. Trechos do discurso dos alunos, bem como avaliação da motivação de seus perfis, corroboraram com a conclusão de que Tecnologias Persuasivas e Ubíquas, quando utilizadas juntas, podem contribuir para elevar a motivação do aluno durante a prática PBL.

Palavras-Chave: PBL; FBM; Tecnologia Persuasiva; Tecnologia Ubíqua; Gatilho; Motivação;

ABSTRACT

Among the Active Learning strategies, Problem-Based Learning (PBL) is one of the most outstanding, because it is an engaging and motivating form of experiential learning, where students are often very close to the immediate details of the problem and the solution proposed, being considered as one of the most motivating methods for student learning. Since in the implementation of the PBL students become involved and decide on their learning process, it is of the utmost importance that they are motivated. On the other hand, Hmelo-Silver (2004) indicates that even motivation being one of the strengths of the PBL, it is still not fully achieved by current practices. The objective of this thesis is to propose a ubiquitous persuasive technologies to enhance the application of the PBL methodology in undergraduate courses in the area of computing, thus keeping students motivated in their learning process. Therefore, the TutorApp application was developed as a tool that implemented the ubiquitous persuasive technology proposed to interact and motivate students in their learning process, and was used in 2 case studies to be validated. In order to quantify the research results regarding students' motivation gain, we use for quantitative measurement, the model of the *framework* proposed by Tôledo (2017) in Case Study 1 and the model proposed by Mota (2018) in Case Study 2. In order to qualitatively measure the work, the Collective Subject Discourse (DSC) of Lefèvre and Lefèvre (2009) was used. By analyzing the data generated in the case studies, based on the students' discourse and assessing their motivations for each triggered trigger, we can identify that, in general, the inference of the developed technology was able to touch the students, raising their degree of motivation during the experiment. Excerpts from student discourse, as well as evaluation of the motivation of their profiles, corroborated the conclusion that Persuasive and Ubiquitous Technologies, when used together, can contribute to raise student motivation during PBL practice.

Keywords: PBL; FBM; Persuasive Technology; Ubiquitous Technology; Trigger; Motivation;

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1 O Problema	16
1.2 Pergunta de Pesquisa	21
1.3 Objetivos	22
1.4 Hipóteses	22
1.5 Metodologia do Trabalho	22
2. REFERENCIAL TEÓRICO	24
2.1 Aprendizagem Baseada em Problemas	24
2.1.1 Ambientes Ubíquos para Aprendizagem Baseada em Problemas	29
2.2 Tecnologias Persuasivas	38
2.2.1 Estado da Arte do Uso das Tecnologias Persuasivas na Educação	41
3. PROPOSTA DE TECNOLOGIA PERSUASIVA PARA u-PBL	47
3.1 Modelo Persuasivo para u-PBL	48
3.1.1 Mapeamento FBM no PBL	48
3.1.2 Proposta de FBM na u-PBL	50
3.1.2.1 Gatilhos	50
3.1.2.2 Distribuição dos Gatilhos no Processo u-PBL	54
3.2 <i>Framework</i> Persuasivo para u-PBL	56
3.2.1 Arquitetura Persuasiva	56
3.2.2 Estrutura da Tecnologia Persuasiva Ubíqua	59
4. O ESTUDO DE CASO TUTORAPP	61
4.1 Metodologia do Estudo de Caso	61
4.2 Estudo de Caso 1 - UNIPAMPA	62
4.2.1 O Aplicativo TutorApp para o estudo de caso UNIPAMPA	64
4.3 Estudo de Caso 2 - FURG	71

4.3.1 O Aplicativo TutorApp para o estudo de caso FURG	71
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	75
5.1 Resultados do Estudo de Caso 1 – UNIPAMPA	75
5.1.1 Medição quantitativa das respostas aos gatilhos	75
5.1.2 Análise qualitativa do uso da Tecnologia Persuasiva Ubíqua	82
5.1.3 Discussões do Estudo de Caso 1 – UNIPAMPA	84
5.2 Resultados do Estudo de Caso 2 – FURG	87
5.2.1 Medição quantitativa das respostas aos gatilhos	87
5.2.2 Análise qualitativa do uso da Tecnologia Persuasiva Ubíqua	99
5.2.3 Discussões do Estudo de Caso 2 – FURG	100
5.3 Considerações Finais	104
6. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	105
6.1 Conclusões	105
6.2 Trabalhos Futuros	108
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Processo PBL (Adaptado de Hmelo-Silver, 2004)	26
Figura 2 – Processo PBL a luz dos conceitos de gatilhos apresentados no FBM	49
Figura 3 – Diagrama de sequência dos Gatilhos via GPS	51
Figura 4 – Diagrama de sequência dos Gatilhos via Problema	52
Figura 5 – Diagrama de sequência dos Gatilhos via Plano de Ensino	52
Figura 6 – Diagrama de sequência dos Gatilhos via Professor	53
Figura 7 – Diagrama de sequência dos Gatilhos via Pesquisa do Aluno	54
Figura 8 – Gatilhos da Tecnologia Persuasiva aplicada na u-PBL	55
Figura 9 – Arquitetura CPS Persuasiva proposta em (Casarin et al., 2016)	57
Figura 10 – Estrutura da Tecnologia Persuasiva Ubíqua	60
Figura 11 – Processo PBL – Scrum da Unipampa	62
Figura 12 – Interface da Aplicação Servidor TP	65
Figura 13 – Ambiente Professor: Cadastro de Desafios	66
Figura 14 – Ambiente do Professor: Cadastro e Envio de Gatilhos Via Professor	66
Figura 15 – Interfaces Aplicativo: (A) Login; (B) Tela Inicial; (C) Metas; (D) Ajuda	68
Figura 16 – Exemplos de Gatilhos via Plano de Ensino	69
Figura 17 – Exemplos de Gatilhos via Problema	69
Figura 18 – Exemplos de Gatilhos via Professor	70
Figura 19 – Exemplos de Gatilhos via GPS	70
Figura 20 – Ambiente Professor: Quadro Branco	72
Figura 21 – Ambiente Aluno: Quadro Branco	73
Figura 22 – Notificação com Objeto de Aprendizagem	73
Figura 23 – <i>Framework</i> com Lógica <i>Fuzzy</i> (Tôledo, 2017)	76
Figura 24 – Conjuntos <i>Fuzzy</i> (Tôledo, 2017)	77
Figura 25 – Modelo Ubíquo para Sistemas Persuasivos para Mudança Comportamental (MUSPMC) (Mota, 2018)	88
Figura 26 – Inferência e fuzzificação de autonomia, competência e afinidade proposta no modelo MUSPMC (Mota, 2018)	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Visão geral com a quantificação da presença das características apresentadas por (Hmelo-Silver, 2004) encontradas nos trabalhos estudados	32
Tabela 2 – Quantificação das características apresentadas por (Hmelo-Silver, 2004), encontradas nos trabalhos estudados sobre o emprego de Tecnologias Ubíquas para PBL	36
Tabela 3 – Variáveis relacionadas a aferição dos níveis de motivação do Estudo de Caso UNIPAMPA	78
Tabela 4 – Relação de variáveis utilizadas para aferir motivação, habilidade e autonomia	91
Tabela 5 – Variáveis relacionadas a aferição dos níveis de motivação do Estudo de Caso FURG	92

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Evolução dos níveis de motivação do Aluno A	80
Gráfico 2 – Evolução dos níveis de motivação do Aluno B	81
Gráfico 3 – Evolução dos níveis de motivação do Aluno C	81
Gráfico 4 – Evolução dos níveis de motivação do Aluno D	82
Gráfico 5 – Grande Aumento de Motivação_1	95
Gráfico 6 – Grande Aumento de Motivação_2	95
Gráfico 7 – Aumento Moderado de Motivação_1	96
Gráfico 8 – Aumento Moderado de Motivação_2	97
Gráfico 9 – Manutenção da Motivação_1	97
Gráfico 10 – Manutenção da Motivação_2	98
Gráfico 11 – Variação de Motivação e Abandono	98
Gráfico 12 – Perda de Motivação	99

LISTA DE ANEXOS

Anexo I – Medição Qualitativa dos Gatilhos Motivacionais	117
Anexo II – Logs do Estudo de Caso UNIPAMPA	118
Anexo III – Logs do Estudo de Caso FURG	122

Capítulo 1

Introdução

1.1 O Problema

O avanço das tecnologias computacionais, como internet e telefonia móvel, tem cooperado para o desenvolvimento de diversas áreas. A Educação é uma das áreas afetadas por este cenário, necessitando constantemente buscar potencializar o processo de ensino-aprendizagem. O modelo tradicional, que utiliza aulas expositivas e presenciais como modo predominante de ensino desde as universidades fundadas na Europa Ocidental há mais de 900 anos (Freeman et al., 2014), baseia-se na reprodução de informação ao aluno, para que esta seja retida e/ou memorizada. Segundo Berbel (2012), embora imprescindíveis, estas informações na forma de reprodução do já existente, colocam os aprendizes na condição de expectadores do mundo. Tendo em vista o cenário mundial atual, onde a globalização da informação está cada vez mais presente, a pedagogia da reprodução põe-se em via contrária, sendo o “instrucionismo” considerado um dos males mais significativo do sistema atual (Demo, 2012). Por outro lado, é apontado como desafio da aprendizagem, o desenvolvimento de metodologias construtivistas, que permitam o aluno comparecer à escola não para ouvir a aula (em geral copiada e feita para ser copiada), mas para se tornar autor, individual e coletivo, do seu próprio conhecimento, possibilitando assim desenvolver sua capacidade de pesquisar e elaborar (Demo, 2012).

Neste contexto, a Aprendizagem Ativa surge como uma metodologia de ensino na qual o aluno é incentivado a fazer mais em seu processo de aprendizagem que somente ouvir (Bonwell e Eison, 1991). Nela o aluno é incentivado a ler, escrever, discutir e estar engajado na solução de problemas, garantindo assim o desenvolvimento de suas capacidades de análise, síntese e avaliação (Chickering e Gamson, 1987) e (Tao et al.,

2016). Sendo assim, a Aprendizagem Ativa se constitui como uma gama de estratégias que incentivam o aluno a desenvolver seu conhecimento e o possibilita refletir sobre as questões envolvidas neste processo. Dentre estas estratégias, várias são as metodologias que têm mostrado influenciar favoravelmente as atitudes e realizações do aluno. Em Bonwell e Eison (1991), algumas estratégias como aprendizagem visual, escrita em sala de aula, ensino entre pares, aprendizagem cooperativa, debates, dramatização, simulações, jogos e resolução de problemas, são referenciadas como formas de promover a Aprendizagem Ativa.

Ainda contextualizando a Aprendizagem Ativa, cabe destacar a Aprendizagem Baseada em Problemas (Problem-Based Learning - PBL) como uma das estratégias de Aprendizagem Ativa de mais destaque (Savery, 2015). Trata-se de uma forma envolvente e motivadora de aprendizagem experiencial, onde os alunos estão, muitas vezes, próximos aos detalhes imediatos do problema e da solução proposta. Em seu trabalho, Barrows (1986) enfatiza que esta característica de proximidade do problema com o ambiente do aluno, faz da PBL uma das metodologias mais motivadoras para o aprendizado do aluno.

Barrows (1986) e Savery (2015), definem a PBL como uma abordagem instrucional (e curricular) centrada no aluno, que os capacita a conduzir pesquisas, integrar teorias e práticas, e aplicar conhecimentos e habilidades para desenvolver uma solução viável para um problema definido.

A ideia-chave da PBL é usar os problemas do mundo real como motivadores para o processo de aprendizagem, criando uma base de conhecimento multidisciplinar e integrada, altamente interativa e orientada para a prática (Allen et al., 2011) e (Ota e Punyabukkana, 2016), com uma característica única. A PBL propõe um paradigma de ensino que redefine os principais atores do processo de aprendizagem. Neste sentido o professor deixa de ser transmissor de informação (papel que desempenha no modelo tradicional) e torna-se um facilitador da aprendizagem, enquanto o estudante deixa de ser um receptor de informação para tornar-se responsável pela sua própria aprendizagem, ocorrendo, desta forma, uma mudança de seus comportamentos.

Um dos elementos mais importantes para que o processo PBL tenha sucesso em seus objetivos é a qualidade do problema a ser utilizado no processo de aprendizagem. Segundo Hmelo-Silver (2004), um bom problema deve ser complexo, mal estruturado (sem muito detalhamento, já desafiando o aluno a investigar e motivando-o), aberto e realista com a experiência do aluno, para que este sintá-se efetivamente inserido no processo de sua construção de conhecimento. Desta forma, o problema conseguirá promover o pensamento reflexivo e a motivação do aluno. A complexidade envolvida na solução do problema deve ser suficiente para exigir que muitos conteúdos sejam inter-

relacionados (multidisciplinares), motivando assim a necessidade do aluno em conhecer vários assuntos e se envolver com os que desconhece. Esta multidisciplinaridade auxilia a construir um conhecimento extensivo e reflexivo, visto que a informação não é aprendida isoladamente. A utilização de bons problemas, guia os alunos em atividades de autoaprendizagem, que desempenham importante papel na PBL, implicando em processos motivacionais e cognitivos (Boekaerts, 1997; Pintrich, Wolters e Baxter, 2000) APUD (ROVERS, 2018). A aprendizagem autodirigida se apresenta na PBL como o "processo pelo qual os alunos ativam e sustentam cognições, comportamentos e afetos, que são sistematicamente orientados para a obtenção de seus objetivos" (Schunk & Zimmerman, 1994, p.309) APUD (ROVERS, 2018) possibilitando aos alunos aplicarem seus conhecimentos prévios, bem como os novos conhecimentos adquiridos para formularem e testarem hipóteses destinados à solução do problema.

Quando estudado na literatura sobre as reais vantagens do uso da PBL, são apontados fatores como o desenvolvimento do conhecimento reflexivo, o desenvolvimento de habilidades metacognitivas, autoaprendizagem e de colaboração, que proporcionam ao aluno um espaço para a reconstrução do conhecimento, para comparação de pontos de vista divergentes e para a explicação de conceitos e ideias (Souza e Dourado, 2015). Estas vantagens por si já valorizam muito a metodologia PBL, sendo que Hmelo-Silver (2004), Barrows (1986) e Savery (2015) destacam ainda que em adicional a elas, o grande diferencial da PBL para as outras metodologias é o grau de motivação que esta pode inferir nos alunos durante seu processo de aprendizado e o fator prático que suas atividades propõem. A medida que os alunos mostram um elevado grau de motivação, Savery (2015) destaca em sua pesquisa que os mesmos se engajam na aprendizagem autodirigida, aplicando seus novos conhecimentos ao problema e reagindo ao que aprenderam e à eficácia das estratégias empregadas. Por outro lado, Hmelo-Silver (2004) indica que esta motivação, mesmo sendo um dos principais apelos da metodologia, ainda não é plenamente alcançada pelas práticas atuais. Manter os alunos motivados em seu processo de aprendizagem é um dos principais desafios dos professores que praticam PBL e este trabalho busca refletir sobre isso.

A relação entre motivação e problematização no aprendizado, é apontada por Savery (2015) e Barrows (1986) como o elemento enfático que permite ao método PBL gerar elementos externos de ampliação da motivação. Entretanto, essa estratégia pedagógica não apresenta uma forma individualizada de incentivo à problematização da tarefa, restringindo-se a processos de motivação dos estudantes em grupo, muitas vezes não considerando efetivamente a colaboração entre eles a partir de suas eficiências e conhecimentos individuais. Essa característica impõe dificuldades aos processos de aprendizagem por limitar: (a) a personalização do processo, levando em conta características individuais acerca da

construção do conhecimento, tempo dedicado ao estudo e infraestrutura educacional; e (b) as decisões de auto-aprendizado relacionadas as rotinas de estudo, que quando tomadas de forma não efetiva, podem provocar desmotivação.

Proporcionada pelo avanço das conexões com a internet e da evolução dos ambientes onipresentes, dispostos aos alunos baseados nas potencialidades criadas com o uso de aparelhos e aplicativos móveis, surge um novo desenho de sociedade que resulta da intromissão das vias virtuais de comunicação e acesso à informação enquanto a vida vai acontecendo (Santaella, 2014). Como consequência disso, o uso de tecnologias móveis e ubíquas para suporte ao processo PBL vem ganhando espaço. A chamada u-PBL é uma abordagem de PBL que se baseia no uso combinado de ambientes para instruções dos professores, ferramentas para construção de atividades de aprendizado e ambiente de aprendizagem colaborativo ubíquo para estudantes, buscando assim, assegurar a aprendizagem significativa (Ku e Chang, 2010).

Mesmo com todas potencialidades que o uso de ambientes ubíquos podem proporcionar para o processo PBL (Ku e Chang, 2010), a literatura ainda apresenta alguns pontos de limitações do processo ainda não resolvidos, como: (a) não contribuir para a instigação da reflexão dos alunos, a cooperação entre eles e a motivação dos mesmos (Hwang et al., 2009); (b) não agregar as possibilidades que o cotidiano (tempo e espaço) do aluno podem trazer para seu processo educacional (Ku e Chang, 2010); e (c) não utilizar inferência inteligente do sistema, que possa ser considerada automática, a partir da detecção, via sensoriamento onipresente, do ambiente do aluno (Hung et al., 2011). Estes pontos ainda nos instigam a buscar soluções para as seguintes questões ainda pendentes: (a) como garantir que a u-PBL promova a motivação e a reflexão no processo de aprendizagem, onde a riqueza das eficiências individuais favoreçam efetivamente a colaboração entre os alunos? e (b) como tornar evidente ao aluno que o seu processo educativo é constante, plenamente inserido no seu cotidiano, na sua rotina diária?

Em seu trabalho de pesquisa, Hungerford e Volk (1990) apontam a mudança e a construção de um novo comportamento como um dos grandes desafios da educação, onde as diferentes metodologias buscam desenvolver alunos com o comportamento desejado por seus modelos comportamentais.

Em contrapartida, propomos que o processo PBL, por sua natureza contínua, individual, colaborativa e reflexiva, seja capaz de promover constantes mudanças de comportamentos em um processo contínuo de aprendizagem, onde a motivação seja o propulsor desse processo. Mas como manter os alunos motivados?

Vários são os modelos comportamentais que objetivam facilitar determinados

processos. O Modelo Comportamental de Fogg (FBM) (Fogg, 2009) indica que a efetividade de um comportamento ocorre através da combinação de três fatores: motivação, habilidade e *gatilho*. No entanto, induzir o indivíduo a executar o comportamento alvo, no momento certo, não é tarefa fácil. Neste sentido, as Tecnologias Persuasivas (TP) constituem-se como uma nova área de desenvolvimento de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) as quais visam o desenvolvimento de dispositivos inteligentes que interagem com os indivíduos, muitas vezes de forma ubíqua, com o objetivo específico de influenciar o seu comportamento.

Ao abordar-se Tecnologias Persuasivas cabe, a princípio, definir o conceito de persuasão. Conforme Souza (2014), Persuasão é uma estratégia de comunicação que consiste em utilizar recursos lógico-rationais ou simbólicos com o propósito de conseguir que indivíduos adotem determinadas linhas de conduta, teorias ou crenças.

As TP podem ser utilizadas na escola ou em ambientes externos para motivar pessoas a adquirirem novos conhecimentos ou habilidades (Fogg, 2002). Estas tecnologias podem motivar os indivíduos a iniciar um determinado processo de aprendizado, tarefas, revisar materiais quando preciso, bem como dar continuidade a determinada atividade, através de iniciativas próprias, sem que para isso seja necessária a presença obrigatória do professor (Ota e Punyabukkana, 2016). Elas também podem ser utilizadas para resolver problemas comuns, tais como maus hábitos de estudo, etc (Filippou, 2015).

Diante dos temas discutidos acima, pode-se identificar que, mesmo a PBL sendo uma metodologia que busca a promoção de aprendizagem, baseada no apelo motivacional e incentivador da problematização, e a utilização de Tecnologias Ubíquas em seu âmbito (u-PBL) seja um esforço para alcançar estes objetivos, ainda existem pontos comportamentais a serem explorados e potencializados com o uso de tecnologias, para se alcançar fatores já anteriormente apontados como desafios a serem enfrentados dentro da PBL, como: Reflexão, Cooperação, Motivação e Disponibilidade de Informação/Explicação (Hmelo-Silver, 2004).

Neste panorama, percebe-se que o desenvolvimento de uma Tecnologia Persuasiva Ubíqua para o processo PBL pode contribuir para a área de Aprendizagem Ativa, visto a lacuna apresentada nos desafios da PBL até aqui e sua capacidade de proporcionar incentivos de forma conjunta e/ou personalizada a fim de aumentar a motivação dos alunos, tornando-os proativos quanto a cooperação e reflexão em seu processo de aprendizado.

1.2 Pergunta de Pesquisa

Assim, considerando que:

- O desenvolvimento de metodologias construtivistas é necessário para a Aprendizagem Ativa;
- A Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) é uma das mais efetivas metodologias construtivistas, redefinindo os principais atores do processo aprendizagem;
- Um dos grandes objetivos das metodologias ativas na educação é a produção de uma mudança de comportamento, direcionando os alunos a serem ativos em seu processo de aprendizagem;
- A mudança de comportamento pode ocorrer através da utilização de modelos comportamentais e que, neste sentido, o Modelo FBM tem se mostrado eficiente;
- No FBM, Motivação, Habilidade e Gatilho são fatores condicionantes para que um comportamento desejado seja alcançado e que estes, por sua vez, podem ser sustentados através das Tecnologias Persuasivas;
- A utilização de Tecnologias Ubíquas, por si só, ainda deixa lacunas para o pleno êxito da Aprendizagem Ativa proposta na PBL (u-PBL), uma vez que não apresenta esforços para alcançar um comportamento e sim aumentar o suporte às atividades do processo;

Uma pergunta se impõe:

Como podemos potencializar a utilidade da Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL), a partir da proposta de uma Tecnologia Persuasiva Ubíqua?

Responder a esta pergunta é o objetivo desta Tese.

O escopo traçado para esta pesquisa é a aplicação da u-PBL e das Tecnologias Persuasivas, no território da educação superior. Esta escolha justifica-se, por este universo de alunos ter o viés na formação de indivíduos ativos quanto ao desenvolvimento de habilidades e competências durante seu aprendizado (características da PBL), necessários a sua inserção no mercado de trabalho. Mais precisamente, tem-se como caso de estudo, o ensino superior em computação, por este estar associado ao campo de conhecimento do pesquisador. A eleição do contexto da computação possibilita o entendimento das dificuldades no processo de aprendizagem dos alunos, das habilidades a serem desenvolvidas, bem como das estratégias que os motivam. Todo o domínio destes dados, possibilita ao investigador uma adequação no momento de disparo do conteúdo motivacional que este trabalho realiza aos alunos.

1.3 Objetivos

Objetivo Geral

Propor um modelo para o uso de Tecnologias Persuasivas Ubíquas de forma a potencializar a aplicação da metodologia de Aprendizagem Baseada Problemas (PBL). O modelo, e suas tecnologias, serão validados em um estudo de caso associado ao ensino superior em computação.

Objetivos Específicos

- Contextualizar Aprendizagem Baseada em Problemas, Modelos Comportamentais, Tecnologias Ubíquas e Tecnologias Persuasivas;
- Mapear possíveis pontos do modelo FBM no processo PBL;
- Definir um Modelo Persuasivo para u-PBL;
- Desenvolver, a partir do modelo proposto, uma aplicação que valide a proposta de Tecnologia Persuasiva para u-PBL.

1.4 Hipóteses

Este trabalho apresenta algumas hipóteses listadas a seguir, e que, em nossas conclusões, pretendemos comprovar:

- As Tecnologias Persuasivas podem promover a Reflexão em momentos adequados;
- A Tecnologias Ubíquas podem auxiliar na promoção de suporte Just-in-Time;
- As Tecnologias Persuasivas e as Tecnologias Ubíquas combinadas, podem auxiliar na promoção do processo de Cooperação dos alunos;
- As Tecnologias Persuasivas e as Tecnologias Ubíquas combinadas, podem elevar o grau de motivação do aluno, quanto a seu processo de aprendizado.

1.5 Metodologia do trabalho

O capítulo 1 desta tese apresentou uma introdução do trabalho, definindo o problema a ser abordado, a pergunta de pesquisa e os objetivos.

As reflexões e investigações acima exigiram revisões sistemáticas da literatura da área, devidamente expressas no capítulo 2 desta tese e capazes de propiciar a produção de dois artigos publicados nas conferências Frontier In Education¹ de 2017 e 2018. Nestes artigos foram apresentados o real

¹ <http://fie2017.org> e <http://fie2018.org>

envolvimento do FBM e da TP na educação (Devincenzi et al., 2017a) e o uso efetivo das Tecnologias Ubíquas na PBL (Devincenzi et al., 2018).

A produção e reconhecimento destes dois artigos permitiu que o FBM fosse mapeado no processo PBL, tornando possível a definição de um modelo persuasivo para ser executado no processo u-PBL e um *framework* para sua implementação. A partir deste modelo, foi possível apresentarmos neste trabalho uma Proposta de Tecnologia Persuasiva para a u-PBL. Esta proposta, publicada na revista Espacios (Devincenzi et al., 2017b), está expressa no capítulo 3 desta tese.

Avançando na pesquisa, para validar esta tecnologia, apresentamos no capítulo 4 o TutorApp. Este aplicativo foi desenvolvido como uma ferramenta que implementa a Tecnologia Persuasiva Ubíqua e foi utilizado para a realização de 2 estudos de caso, o primeiro na Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) e o segundo na Universidade Federal do Rio Grande (FURG).

Para quantificar os resultados dos estudos de caso realizados, utilizamos o Discurso Sujeito Coletivo (DSC) de Lefèvre e Lefèvre (2009) para avaliar qualitativamente, enquanto que para avaliar quantitativamente, utilizamos o acompanhamento da motivação do aluno através de variáveis medidas no decorrer da interação do mesmo com o TutorApp. Para possibilitar esta medição, o aplicativo foi integrado ao *framework* proposto por Tôledo (2017) no Estudo de Caso 1 e ao modelo proposto por Mota (2018) no Estudo de Caso 2. Esta avaliação qualitativa e quantitativa compõe o capítulo 5, o qual apresenta os resultados do estudo e as discussões derivadas do mesmo.

Por fim, o Capítulo 6 contempla nossas conclusões e nossas perspectivas de trabalhos futuros.

Capítulo 2

Referencial Teórico

2.1 Aprendizagem Baseada em Problemas

A metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas (Problem-Based Learning - PBL) surgiu entre as décadas de 60 e 70 nos programas educacionais da Escola de Medicina da Universidade de McMaster, no Canadá (Barrows, 1986). A PBL é uma das estratégias de Aprendizagem Ativa² que busca incentivar a construção do conhecimento do aluno através do uso de problemas do mundo real para motivá-lo. Foi desenvolvida a partir da percepção dos alunos da escola médica tradicional de que grande parte do material apresentado nos anos iniciais tinham pouca relevância para a prática médica. A PBL valoriza a importância da prática, focando a aprendizagem experiencial em torno da investigação, explicação e resolução de problemas significativos (Hmelo-Silver, 2004).

Quando estudado na literatura sobre as reais vantagens do uso da PBL, fatores como o desenvolvimento do conhecimento reflexivo, de habilidades metacognitivas, autoaprendizagem e de colaboração são apontados. Estas vantagens, por si, já valorizam muito a metodologia PBL, sendo que Hmelo-Silver (2004), Barrows (1986) e Savery (2015) destacam ainda que o grande diferencial da PBL é o grau de motivação que esta pode inferir nos alunos durante seu processo de aprendizado, devido ao fator prático que suas atividades propõem. Savery (2015), relaciona em sua pesquisa o elevado grau de motivação ao engajamento dos alunos na autoaprendizagem, aplicando seus novos conhecimentos ao problema e reagindo ao que aprendem e à eficácia das estratégias empregadas. Por outro lado, Hmelo-

² A Aprendizagem Ativa é definida como qualquer atividade que "envolva os alunos em fazer as coisas e pensar sobre as coisas que estão fazendo" (Bonwell e Eison, 1991).

Silver (2004) indica que esta motivação³, mesmo sendo um dos principais apelos da metodologia, ainda não é plenamente alcançada pelas práticas atuais.

Para que o processo PBL tenha sucesso nessa motivação à aprendizagem dos alunos, a principal premissa é a qualidade do problema a ser utilizado no processo de aprendizagem. Segundo Hmelo-Silver (2004) um bom problema deve ser complexo, mal estruturado, no sentido de estar em aberto e realista com relação a experiência do aluno. Desta forma, o problema conseguirá promover o pensamento reflexivo e a sua motivação. A complexidade envolvida na solução do problema deve ser suficiente para exigir que muitos conteúdos sejam inter-relacionados (multidisciplinares), motivando assim a necessidade do aluno em conhecer vários assuntos e aprender os que não conhece. Esta multidisciplinaridade ajuda a construir um conhecimento extensivo e reflexivo, visto que a informação não é aprendida isoladamente.

A relação entre motivação e problematização na aprendizagem é apontada por Barrows (1986) e Savery (2015) como o elemento enfático que permite ao método PBL gerar elementos externos para ampliar o engajamento do aluno em suas atividades de ampliação de conhecimento. Contudo, essa estratégia pedagógica não apresenta uma forma individualizada de incentivo à problematização da tarefa, ficando restrita aos processos de motivação dos alunos em grupo. Tendo em vista que a motivação pode ser de diferentes níveis em cada aluno (Extrínseca⁴ e Intrínseca⁵), essa característica impõe dificuldades aos processos de aprendizagem, limitando: (a) a personalização do processo, levando em consideração características individuais sobre a construção do conhecimento, o tempo gasto com estudo e infraestrutura educacional; (b) as decisões de autoaprendizagem (quando o aluno coordena individual e autonomamente sua rotinas do estudo), que quando tomadas de forma não efetiva, podem causar desmotivação.

Além da motivação do aluno para resolução do problema, a PBL depende dos processos de intervenção do professor. No processo PBL, o professor atua como um facilitador, orientando a aprendizagem do aluno através das etapas descritas por Hmelo-Silver (2004) (**Figura 1**) e conduzido a evolução do processo no tempo.

Neste processo os alunos são inicialmente apresentados a um cenário de problema pelo professor, com informações mínimas sobre o mesmo. Em sua primeira atividade, os alunos devem investigar, entender e definir os **Fatos** que compõem o problema por completo, a fim de definir o que deve ser

³ Motivação é um sentimento interno, é um impulso que alguém tem de fazer alguma coisa (Rogers, Ludington e Graham, 1997) APUD (Todorov e Moreira, 2005).

⁴ Motivação Extrínseca - A motivação extrínseca, refere-se a uma variedade de comportamentos em que os objetivos da ação se estendem para além da própria atividade (Mota, 2018).

⁵ Motivação Intrínseca - A motivação intrínseca pode ser definida como a realização de uma atividade a fim de sentir prazer e satisfação inerentes a ela (Mota, 2018).

produzido, respondido e resolvido. Já o professor tem o papel de promover a colaboração e a reflexão entre os alunos a fim de auxiliar nesta atividade.

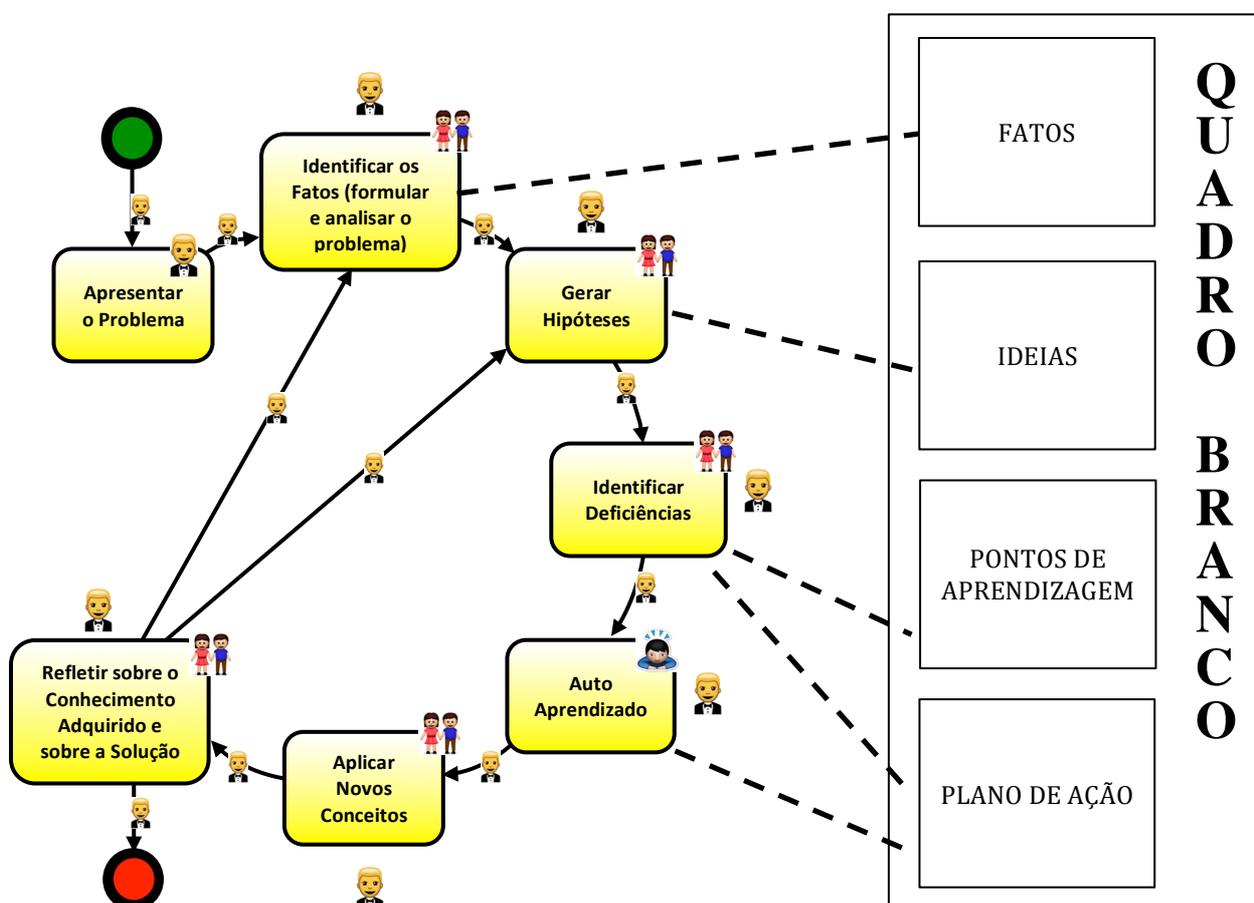


Figura 1 – Processo PBL (Adaptado de Hmelo-Silver, 2004)

A medida que os alunos compreendem melhor o problema a partir dos dados coletados, iniciam a identificar fontes, recursos, listar ações, gerar hipóteses registrando suas **Ideias** para a solução do problema. Neste ponto, o papel do professor também é de promover a colaboração e a reflexão a fim de possibilitar a definição das hipóteses de solução.

Uma parte importante deste processo é a reflexão quanto aos conceitos necessários para resolver o problema. Os alunos devem conseguir listar estes conceitos, identificar as deficiências de seus conhecimento relacionados a eles, mapeá-las em **Pontos de Aprendizagem** e definir o **Plano de Ação** para esta aprendizagem. Na outra ponta, o professor deve dar suporte e promover esta reflexão dos alunos.

A partir deste processo, cada aluno deve iniciar sua etapa de autoaprendizagem traçada no plano de ação, a fim de sanar suas deficiências identificadas. Durante esta etapa, o envolvimento do professor

em promover o pensamento crítico e reflexivo do aluno é muito importante. Para tanto, é necessário que haja um suporte just-in-time⁶ ao aluno de modo a encontrar pontos onde a aquisição deste novo conhecimento possa ser um momento para novas reflexões e cooperações entre os membros dos grupos.

Na sequência da autoaprendizagem, os alunos aplicam os seus novos conhecimentos, formulam e testam suas hipóteses para a solução do problema, encaminham as soluções, identificam novos problemas, etc. Nesta etapa, o professor deve dar suporte a reflexão dos alunos, visto que muitas vezes o conhecimento adquirido e utilizado em outras soluções, podem servir para a atual, e o grupo pode ainda não ter identificado isso. Na conclusão de cada problema, o professor deve levar os alunos a Refletir sobre o processo que os levou a solucionar o problema, identificando e debatendo as lições aprendidas quanto aos conteúdos e quanto a seus processos de autoaprendizado. Os alunos também podem identificar novas hipóteses ou novos problemas.

Durante o processo PBL, enquanto trabalham na resolução do problema, os alunos podem usar quadros brancos para registrarem, compartilharem e organizarem as informações que estão sendo geradas. Nestes quadros, os seguintes registros podem ser feitos:

- **Fatos** – local onde as informações levantadas pelos alunos na declaração do problema são registradas;
- **Ideias** – local onde as hipóteses listadas e trabalhadas durante o processo são registradas;
- **Problemas de Aprendizagem** – local onde os alunos registram suas perguntas sobre conceitos que necessitam de futuros estudos;
- **Plano de Ação** – local onde os alunos registram os planos para resolverem o problema ou para obter informações adicionais que possam levar a solução.

Sendo assim, no processo apresentado, nota-se que a PBL, além de ser baseada no apelo motivacional que a problematização proporciona, é inteiramente dependente das atividades de reflexão e cooperação por parte dos alunos. Conseguir que cooperação, reflexão e motivação sejam promovidas, cada vez mais na forma just-in-time, é um dos grandes desafios da PBL (Hmelo-Silver, 2004).

A capacidade de reflexão é fundamental para a construção de um conhecimento capaz de ser recuperado de um ambiente para a aplicação em outro. A cooperação permite que os alunos colaborem na troca aberta de

⁶ Just in time é um termo inglês, que significa literalmente “na hora certa” ou “momento certo” (Significados, 2018).

ideias e envolvimento com todos os membros presentes no processo de aprendizagem. A motivação é uma característica muito importante nos ambientes de aprendizagem, pois os alunos trabalham por seus próprios interesses, desafios ou sentimentos de satisfação. Finalmente, a capacidade de fornecer instruções de forma just-in-time é extremamente importante para ambientes de aprendizagem bem sucedidos, uma vez que, no momento em que os estudantes estão lidando com um problema e sendo confrontados, uma intervenção no “bom momento” pode ser benéfica.

Durante a análise do processo PBL apresentado por Hmelo-Silver (2004), pode-se notar que a personalização do processo de aprendizado é um fator muito importante para o sucesso da metodologia. Quando não levadas em conta as peculiaridades do aluno, quanto a suas preferências individuais sobre temas de trabalho, quanto a sua disponibilidade de tempo à dedicar aos estudos, quanto a infraestrutura de aprendizado disponível por ele, etc., a possibilidade de ser criado um processo de aprendizado que se encaixe ao perfil deste aluno é baixa. Esta não adequação do processo ao aluno, faz com que sua motivação seja comprometida, seu senso de cooperação e reflexão não sejam explorados e incentivados e que o suporte just-in-time não aconteça plenamente, por não ser possível identificar quando e como o aluno está desempenhando suas tarefas. Esta falta de personalização do processo, e em decorrência disso a falta de um suporte just-in-time efetivo, também prejudica as atividades de autoaprendizagem relacionadas as rotinas de estudo, acarretando em alguns casos, tomadas de decisões do estudo de forma não efetiva, o que também pode provocar desmotivação.

Uma área que vem ganhando espaço, baseado no aparecimento de novas vias virtuais possibilitadas pela internet, combina o uso de tecnologias móveis e onipresentes para suporte ao processo PBL. A chamada u-PBL é uma opção de PBL que se baseia na união de ambientes para instruções dos professores, ferramentas para construção de atividades de aprendizado e ambiente de Aprendizagem Ubíqua⁷ para estudantes para, assim, assegurar a aprendizagem significativa (Ku e Chang, 2010).

Neste sentido, na seção a seguir são apresentados estudos referentes ao uso de Tecnologias Ubíquas⁸ no processo de PBL, a fim de investigar suas potencialidades em suprir o desafio da personalização do processo, possibilitando assim um ganho na motivação, no senso reflexivo e de cooperação do aluno. O fator de suporte just-in-time relacionado ao processo também é investigado, sob a ótica de auxílio às atividades de autoaprendizagem do aluno.

⁷ Aprendizagem Ubíqua - Acesso livre e ubíquo ao conhecimento (Santaella, 2014);

⁸ Tecnologias Ubíquas - Integração da computação às ações e comportamentos humanos em “qualquer momento” e em “qualquer lugar” interagindo de modo imperceptível (Weiser, 1991).

2.1.1 Ambientes Ubíquos para Aprendizagem Baseada em Problemas

Vivemos em uma sociedade que cada vez mais evolui sua forma de acesso à informação e comunicação entre as pessoas. Proporcionada pelo avanço das conexões com a internet e da evolução dos ambientes ubíquos, dispostos aos alunos baseados nas potencialidades criadas com o uso de aparelhos e aplicativos móveis, surge um novo desenho de sociedade que resulta da intromissão das vias virtuais de comunicação e acesso à informação enquanto a vida vai acontecendo (Santaella, 2014).

Ambientes e Tecnologias Ubíquas vem ganhando destaque por proporcionar aprendizagem contínua, formal e informal, durante a rotina diária dos alunos (Weiser, 1991). A possibilidade da computação interagir de modo imperceptível com o comportamento humano, utilizando para isso a potencialidade da ubiquidade de estar presente em “qualquer momento” e em “qualquer lugar”, configura-se em uma promissora tecnologia para a solução das deficiências apontadas por Hmelo-Silver (2004) no processo PBL.

Esta seção apresenta uma revisão literária, publicada em Devincenzi et al. (2018), voltada para o uso de Tecnologias Ubíquas desenvolvidas para lidar com fatores como Reflexão, Cooperação, Motivação e Disponibilidade da Informação/Explicação, destacados por Hmelo-Silver (2004) em ambientes de aprendizagem, direcionando a investigação, mais especificamente, para o relato de trabalhos com foco nos ambientes desenvolvidos para implementar a u-PBL e estudos desenvolvidos a partir deles.

Para esta revisão, as pesquisas foram realizadas nas bases *ScienceDirect* e *Google Scholar*. Foram selecionados trabalhos que combinam os termos “Tecnologias Ubíquas”, “Educação” e “Aprendizagem Ubíqua”, para serem analisados como as tecnologias onipresentes são utilizadas atualmente nos processos de aprendizagem. Inicialmente, foram selecionados 25 artigos com os maiores índices de relevância, classificados pelas bases utilizadas e publicados entre 2010 e 2018. Destes 25, foram selecionados 10 que possuíam a maior riqueza de conteúdo referente aos temas abordados, ou seja, relacionados às 4 características já mencionadas acima. Esses artigos tiveram sua análise apresentada baseada na **Tabela 1**. Em um segundo momento, para uma análise mais detalhada do assunto, foram selecionados 5 artigos dos 25 trabalhos iniciais, que, além de terem citado os termos já mencionados para a seleção inicial, incluíam em seus relatórios também a ocorrência do termo “Aprendizagem Baseada em Problemas”. Uma análise deste estado da arte é apresentada na **Tabela 2**.

Uso de Tecnologias Ubíquas em Educação

Inicialmente nesta revisão, são analisados trabalhos que retratam o uso atual de tecnologias onipresentes nos processos de aprendizagem. São descritas

informações gerais sobre cada trabalho, acompanhadas de uma análise das funcionalidades por eles propostos e a identificação das características propostas por Hmelo-Silver (2004). Os artigos analisados nas tabelas 1 e 2 propõem investigar a presença de, pelo menos, uma dessas características e avaliam o alcance ou eficiência dessa(s) características no processo u-PBL. Como síntese desta etapa do estudo, a **Tabela 1** apresenta uma visão geral com a quantificação da presença dessas características nos trabalhos estudados.

O trabalho de Hwang et al. (2008) refere-se a fatores (critérios, estratégias e questões) que precisam ser considerados no desenvolvimento de um U-Learning Context-Aware. Os autores apresentam definições de conceitos inerentes ao tema, destacando a diferença entre U-Computing, chamando um caso especial de M-Learning, U-Learning, definindo como Context-Aware Learning, composto por serviço móvel, comunicação sem fio e sensores. Seguindo seu relato, o trabalho apresenta potenciais usos do U-Learning, dando o exemplo em um sistema de identificação de plantas, composto por rede wireless, sensores RFID (Identificação por Radiofrequência) com tags nas plantas e PDA (Assistente Pessoal Digital) com leitores RFID para estudantes. No ambiente de amostra, quatro casos são descritos:

- Caso 1 - Identificação de plantas seguindo um guia, onde o sistema auxilia, com perguntas e respostas, o caminho que o aluno deve percorrer até a descoberta da planta. Esta forma de atividade permite a individualização da tarefa;
- Caso 2 - Identificação sem guia, onde o aluno visualiza as características das plantas cadastradas e refletirá sobre aquelas que aparecem fisicamente à sua frente. Esta forma de atividade estimula a reflexão por parte do aluno;
- Caso 3 - Identificação de plantas, consultando a base de dados no momento da pesquisa. Atividade que fornece assistência just-in-time pelo sistema;
- Caso 4 - Solução cooperativa entre 4 alunos que devem se comunicar via Tecnologia Ubíqua para montar um mapa com prédios e ruas do campus onde estão presentes.

Em Zhang (2008), relata-se um projeto do governo no Japão para incentivar e fornecer a integração de tecnologias onipresentes através do uso de redes onipresentes de acesso livre, uso de TICs e atualização constante do ambiente de rede. No decorrer do artigo, uma seleção de projetos para aprendizagem de idiomas assistida para dispositivos móveis é analisada, levando em conta o histórico de aprendizagem de japonês por estudantes

estrangeiros. Em seus relatórios, o artigo apresenta os seguintes trabalhos estudados em Aprendizagem de Idiomas Móvel Assistida (MALL):

- Tecnologia Mobile Phone (Houser e Thornton, 2004), que inclui o envio de vocabulário de inglês por celular ou por e-mail móvel, e o envio de pequenos vídeos e animações 3D via celular para explicações visuais sobre o idioma inglês;
- iTree (Nakahara et al, 2005), um sistema desenvolvido na Universidade de Tokyo que gera uma representação visual da participação do aluno no quadro de discussão da turma, como um ramo que se desenvolve em tempo real à medida que o aluno contribui. Este sistema se destaca por promover a colaboração entre os alunos e incentivar sua participação;
- Sistema de Suporte à Aprendizagem Colaborativa com o Ambiente Ubíquo (CLUE) (Ogata e Yano, 2004), sistema para estudantes internacionais aprenderem a língua japonesa em situações do mundo real. Apresenta como exemplo uma funcionalidade para aprender “expressões de cortesia”, que é uma das características mais difíceis de aprender por um estudante estrangeiro. Promove sugestões de linguagens e conversas baseadas no contexto do usuário, tais como: físico, social, ambiente, idade, etc., como indicando expressões do ambiente em torno de onde o usuário está caminhando, que é configurado como um personagem individual de cada aluno e just-in-time em relação à disponibilidade de instrução;
- Mapa de Conscientização do Conhecimento Personalizado (El-Bishouty et al, 2007), um sistema que cria um mapa de conhecimento para o aluno, contextualizando os sites de apoio individuais de cada criação e disponibilizando informações em outras situações para que possam refletir sobre as informações no mundo real.

A revisão literária apresentada no artigo de Kalaivania e Sivakumar (2017) parte da premissa da falta de um ambiente computacional onipresente que contemple o todo da consciência do contexto. Aponta para a consciência do contexto como o fator primordial para a inteligência do ambiente de aprendizagem onipresente, define que este contexto (localização, dados do usuário, atividades, etc.) está em constante modificação e que, portanto, esses ambientes devem ser flexíveis para absorver essas mudanças. Em suas pesquisas, eles não identificam ambientes desenvolvidos para apresentar essa flexibilidade, e apontam apenas que existem desenvolvimentos específicos para tarefas específicas, que classificam como “mais do mesmo”. Para fundamentar suas afirmações, apresentam trabalhos com o retrato de alguns ambientes, dos quais 3 são descritos a seguir:

- Sistema de Escrita Cognitiva ao Contexto (C-Writing) (Chen, 2009) - Ambiente para os alunos lerem, escreverem, observarem e discutirem conteúdos acessíveis via PDA. O sistema detecta a posição do aluno por meio de RFID e aciona algum conteúdo de seu banco de dados. Exibe bate-papo para conversação entre os alunos durante as atividades;
- Mindtool Orientado a Mapas de Conceito para Aprendizado Colaborativo (CMMCUL) (Hwang et al, 2011) - É uma ferramenta para a construção do mapa conceitual do aluno. Permitir que o aluno crie seu mapa e compartilhe-o em servidores na internet. Ele permite que os alunos comparem seu mapa baseado em livros com objetos de aprendizagem de seu mundo real, refletindo e atualizando seu mapa on-line. Mantém o professor informado do mapa atual do aluno;
- Contexto-Consciente do Sistema de Aprendizagem Ubíqua Utilizando um Sistema de Visualização Inovador (Mouri e Ogata, 2015). Neste artigo os autores propõem um sistema que relaciona o aluno ao registro (via Ubiquitous Learning Log - ULL) de conhecimento e aprendizado adquirido. A ULL resultante é disponibilizada em um sistema de aprendizagem onipresente denominado Sistema de Registro de Captura e Recordação de Aprendizagem (SCROLL), que apresenta ao aluno, quando indicado, seu conhecimento organizado por seu contexto, proporcionando reflexão sobre o que foi aprendido.

Baseado nestes trabalhos estudados, a **Tabela 1** apresenta uma visão geral das características destacadas por Hmelo-Silver (2004), que foram identificadas em cada trabalho.

Tabela 1 - Visão geral com a quantificação da presença das características apresentadas por Hmelo-Silver (2004) encontradas nos trabalhos estudados.

Trabalho	Reflexão	Cooperação	Motivação	Just-In-Time
Hwang et al., 2008	X	X	X	X
Houser e Thornton, 2004			X	
Nakahara et al, 2005		X	X	
Ogata e Yano, 2004			X	X
El-Bishouty et al, 2007	X		X	
Chen, 2009		X	X	X
Hwang et al, 2011	X		X	X
Mouri e Ogata, 2015	X		X	

Após a análise destes 8 artigos, levando em conta as 4 características destacadas por Hmelo-Silver (2004), fica evidente que, apesar de existirem avanços, ainda faltam ferramentas para o efetivo alcance e/ou constatação de que o aluno refletiu, cooperou e se manteve motivado durante todo seu processo de aprendizado. Importante constatar que, mesmo tendo sido o fator Motivação trabalhado nestes artigos, o que atesta a preocupação dos pesquisadores com este condicional fator, suas conclusões deixam claro que ainda existe um caminho a ser percorrido para que este, e os demais fatores, sejam alcançados.

Novas ideias serão propostas após a análise dos artigos apresentados na **Tabela 2** que tratam mais diretamente da aplicação de ambientes ubíquos para PBL. Julgamos que desta forma, poderíamos ter uma análise mais propícia sobre o alcance das quatro características envolvidas no processo de aprendizagem com a associação de ambientes ubíquos e PBL.

Aprendizagem Baseada em Problemas em Ambientes Ubíquos

Aqui é apresentada uma análise bibliográfica dos trabalhos encontrados na literatura sobre o U-PBL, com enfoque nos ambientes desenvolvidos para implementar processos de aprendizagem onipresentes da U-PBL e estudos desenvolvidos a partir deles.

Em seu trabalho intitulado “Um ambiente de aprendizagem ubíqua e sensível ao contexto para conduzir experimentos científicos complexos” (Hwang et al., 2009), apresentam um ambiente de aprendizagem onipresente sensível ao contexto (u-learning) desenvolvido para auxiliar pesquisadores iniciantes em experimentos científicos complexos, definidos em um estudo de caso.

O ambiente proposto é composto por um Sistema Instrucional Especializado, um Banco de Dados de Portfólio de Aprendizado e uma Base de Conhecimento de Estratégias Tutoriais, descritos abaixo:

- **Base de dados de portfólio de aprendizado** – Local do ambiente onde os parâmetros necessários para o Sistema Especialista inferir estão armazenados. Nesta base de dados, parâmetros como o Contexto do Aluno (obtidos via sensores), Contexto do Ambiente (informado por sensores nas salas e nos equipamentos), Feedback do Aluno (informado via aplicação móvel), Perfil e Comportamento Online do Aluno (informado via aplicação móvel) e Dados do Ambiente (lista de equipamentos disponíveis e atividades programadas para eles), são obtidos e armazenados para que o Sistema Especialista possa ler e, através de análise das regras parametrizadas na Base de Conhecimento de Estratégias de Tutoria, instruir de forma adaptativa e ativa para os alunos aprenderem no ambiente de u-learning;

- **Base de conhecimento de estratégia de tutoria** – Local do ambiente onde estão parametrizadas regras *if – them* que serão utilizadas pelo mecanismo de inferência do Sistema Especialista para instruir as atividades sempre que a condição *if* for satisfeita. Como exemplo, podemos notar que caso o aluno corresponda ao *if* “O aluno está operando atualmente o difratômetro de raios-X” e “A temperatura do ambiente é superior a 25 °C”, o sistema deve *them* “Parar a operação” e “Enviar mensagem de aviso de temperatura”.
- **Sistema especialista em instrução** – Lógica do sistema que executa o papel de um especialista virtual com domínio na experiência do estudo. Utiliza os conhecimentos armazenados pelos especialistas físicos (professores/tutores) na Base de Conhecimento de Estratégia de Tutoria, para instruir os alunos durante suas atividades/experimentos.

O trabalho de Ku e Chang (2010) é o primeiro trabalho desta revisão bibliográfica onde o termo Ubiquitous Problem-based Learning (u-PBL) é encontrado. No artigo “A estrutura da estratégia PBL integrada no LMS e o ambiente de aprendizagem onipresente”, os autores apontam a grande dificuldade em desenvolver ambientes de e-learning com práticas pedagógicas efetivas dentro do Learning Management System (LMS). A fim de contribuir para este problema, propõe-se um quadro na forma de LMS para práticas de u-PBL, procurando fornecer uma conectividade entre alunos e professores que possam fornecer apoio, cooperação e criação durante o processo PBL. Na sua proposta, o quadro está dividido em 3 partes:

- **Interface do professor** – Ambiente para criação e acompanhamento do projeto e de suas atividades, incluindo ferramentas para suporte das mesmas (Chats, Salas de Bate-Papo, Gantt do Projeto, etc.);
- **Interface do aluno** – Ambiente onde os alunos têm acesso ao projeto e as atividades criadas pelo professor, também com ferramentas para execução das mesmas, troca de informações com colegas e construção da solução;
- **Banco de dados e interface de mão** – Ambiente ubíquo possibilitado pela tecnologia sem fio, onde via PDA são disponibilizados assistências, informações e tópicos relacionados, de forma oportuna, que estão pré-programadas para a atividade no espaço e no tempo, pelo professor.

Outro exemplo foi encontrado no artigo de Hung et al. (2011) intitulado **O progresso do refinamento de problemas da investigação ubíqua da 5ª série**, um sistema u-PBL desenvolvido para promover um ambiente

colaborativo para estudantes é apresentado. Para a implementação do sistema, também são apresentados 3 módulos de apoio ao processo PBL, focados na tarefa grupal. Os módulos que compõem o sistema são descritos abaixo:

- **Módulo Discussão Online** – Um Canal onde os alunos podem se comunicar entre si e com os professores, para que, assim, possam colaborar entre si e conseguir suporte a dúvidas e realizações de atividades;
- **Módulo Laboratório Verde** – Uma Ferramenta que disponibiliza um ambiente virtual para execução de atividades. Foi desenvolvido para permitir que os alunos atualizem e compartilhem todas as suas informações de observação ecológica;
- **Módulo Biblioteca Eletrônica** – Banco de dados que serve como suporte aos alunos durante seu processo de construção de conhecimento. Neste módulo, os alunos podem consultar informações já registradas e/ou descrever e registrar novas informações que possam ser utilizadas por outros alunos futuramente. Nesta biblioteca também são disponibilizados pelos professores, materiais de suporte às tarefas.

Seguindo a pesquisa, foi possível investigar que no trabalho de Dorneles (2015), os autores apresentam um modelo para o desenvolvimento de jogos sérios, chamado UCHALLENGE, que utiliza a onipresença para proporcionar interações e possibilitar que o ambiente real faça parte de um aprendizado lúdico. Para alcançar maior motivação do aluno e proporcionar sua maior autonomia, optou-se pela abordagem PBL. O modelo procura: (i) adaptar diferentes domínios; (ii) criar problemas e desafios; (iii) fornecer ambiente para o professor escolher o contexto em que as informações serão oferecidas; (iv) fornecer gerenciamento ao professor, para quando cada etapa acontece; (v) armazenamento de resultados; e (vi) canal de interação professor-aluno.

Para apoiar esta proposta, foram desenvolvidos 2 módulos:

- **Módulo Tutor** - que fornece um ambiente para o professor criar objetos de aprendizagem, problemas, desafios; e gerenciar quando cada etapa acontece;
- **Módulo Estudante** - onde o aluno recebe o início para as etapas do jogo e o cenário com a interação das etapas com os objetos de aprendizagem.

Ainda neste artigo, para validar a proposta, foi apresentado um estudo de caso baseado na História da Idade Média, com aspectos sobre as Cruzadas e como elas se relacionam com os dias atuais. Para a prática ser realizada, um jogo é montado onde um parque simula uma floresta medieval, e o professor registra objetos de aprendizagem que devem ser organizados em diferentes lugares e etapas pelos quais o aluno irá passar. No final, o professor envia feedback aos alunos sobre o desempenho deles na atividade.

Por fim, no artigo de Phumeechanya e Wannapiroon (2014), os autores propõem um *framework* que agrega os conceitos do modelo *ADDIE*, processo PBL e suportes a *Ubiquitous Learning Environment*. Este *framework* implementa os seguintes módulos:

- Ambiente de Aprendizagem Ubíqua - responsável por gerenciar o ambiente de aprendizagem para promover o PBL. Consiste em dispositivos móveis, comunicação sem fio, dados do aluno e contexto do aluno;
- PBL - metodologia que os estudantes usaram para resolver o problema;
- U-Scaffolding - módulo que ajuda os alunos a resolver seus problemas. Auxilia no contexto do aluno, levando em conta suas atividades, sua localização, etc. e apoia o estudante lembrando-o sobre informações, treinando-o e configurando possíveis ambientes de conversação para aconselhamento com seu tutor.

Tabela 2 - Quantificação das características apresentadas por Hmelo-Silver (2004), encontradas nos trabalhos estudados sobre o emprego de Tecnologias Ubíquas para PBL.

Trabalho	Reflexão	Cooperação	Motivação	Just-In-Time
Hwang et al., 2009			X	
Ku e Chang, 2010		X	X	
Hung et al., 2011		X	X	
Dorneles, 2015	X	X	X	
Phumeechanya e Wannapiroon, 2014			X	X

A seguir os resultados apresentados na **Tabela 2** são discutidos.

Durante o estudo do trabalho de Hwang et al. (2009), os autores identificaram a importância da relação do aluno com o sistema, uma vez que suas ações são determinantes para o sucesso do processo, enquanto a falha na execução das instruções pode tornar o experimento arriscado e/ou com resultados imprecisos. Outra limitação estava relacionada à necessidade de

feedback do aluno, uma vez que o sistema só pode julgar erros, falhas e fornecer instruções úteis, com base em dados precisos detectados no ambiente e/ou fornecidos pelo aluno durante o processo.

No nosso trabalho, identificamos que este artigo representou um dos primeiros esforços para o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem, tendo seu valor atrelado à estrutura da proposta criada, que serviu para desenvolver outras propostas e pesquisas a serem apresentadas a seguir. Essa necessidade de continuidade e segmento no estudo do uso da PBL nos foi motivado pela constatação de que essa metodologia ainda não foi capaz de contribuir com questões como a instigação à reflexão dos estudantes, a cooperação entre eles e sua motivação.

Na análise sobre o artigo Ku e Chang (2010), foi possível identificar que, a partir das atividades programadas através da interface do professor e da onipresença proporcionada pela interface de mão por meio do PDA do aluno, o sistema pode ter um importante ambiente contextualizado durante as atividades do professor no processo de aprendizagem. Por outro lado, também foi possível notar que essa contextualização é limitada pela definição prévia de atividades do professor, limitando o tempo e o espaço de suas apresentações, não aumentando as possibilidades que o cotidiano do aluno pode trazer para o processo educacional.

No trabalho de Dorneles (2015), é possível identificar os benefícios que o fornecimento de informações relacionadas aos subproblemas traz ao processo de aprendizagem realizado pelo aluno, mas também nos leva a refletir sobre a autonomia desse aluno, quanto ao seu processo, já que a sequência da atividade, e junto com ela, dos materiais dispostos, é planejada pelo professor e executada apenas pelo aluno. Outro ponto incompleto identificado na proposta está relacionado ao feedback, que existe, mas não é just-in-time, e não fornece ao aluno o apoio do tutor no momento da execução de suas atividades.

Na leitura do trabalho de Phumeechanya e Wannapiroon (2014), é possível identificar possibilidades de construção de ambientes motivacionais e de suporte just-in-time, mas não podemos identificar possibilidades de cooperação, nem funcionalidades que instiguem a reflexão do aprendido.

Assim, na análise deste trabalho, alguns pontos se apresentam para importante discussão. Por mais que dentre as propostas do trabalho esteja ser um ambiente incentivador e reflexivo, o mesmo não apresenta implementações para isso, baseando estes pontos no processo PBL executado, de forma aplicada por parte de alunos e professores e se utiliza do ambiente u-PBL somente como suporte para que estas ações possam ocorrer internamente. Não é notado assim, uma inferência inteligente do sistema, que possa ser considerada automática a partir da detecção, via sensoriamento onipresente, do ambiente do aluno.

Após o estudo dos trabalhos apresentados nesta seção, podemos notar a potencialidade do uso das Tecnologias Ubíquas em prol do aprimoramento da PBL. No entanto, ainda encontramos algumas carências relacionadas às necessidades da PBL, como: (a) falta de artefatos para incentivo a reflexão dos alunos, a cooperação entre eles e a motivação dos mesmos (Hwang et al., 2009); (b) fraco envolvimento das vivências do cotidiano do aluno (tempo e espaço) em seu processo educacional (Ku e Chang, 2010); e (c) falta de inferência inteligente e automática do sistema, a partir do uso de tecnologias ubíquas para detecção do ambiente do aluno (Hung et al., 2011).

Desta forma, nota-se que a personalização do processo PBL, levando em consideração as individualidades do aluno, e o suporte just-in-time a decisões durante as atividades de autoaprendizagem do mesmo, ainda apresentam-se como desafios a serem trabalhados na metodologia, a fim de quando alcançados, elevarem o grau de motivação, reflexão e cooperação dos alunos.

A próxima seção visa estudar tecnologias persuasivas como forma de conseguir uma mudança de comportamento quanto aos fatores motivacionais, cooperativos e reflexivos do aluno.

2.2 Tecnologias Persuasivas

Ao abordarmos as Tecnologias Persuasivas, cabe aqui lembrarmos o conceito definido por Souza (2014) onde, Persuasão é uma estratégia de comunicação que consiste em utilizar recursos lógico-rationais ou simbólicos com o propósito de conseguir que indivíduos adotem determinadas linhas de conduta, teorias ou crenças.

Pappert (1994), enfatiza que a persuasão quando associada ao uso de recursos tecnológicos amplia seu poder persuasivo por ampliar o enfoque filosófico de um pensador. Também Marcianinha (2004), reforça sobre a necessidade de análise das tecnologias, de forma a não manipulá-las apenas como meros instrumentos, tal a sua potencialidade.

As primeiras Tecnologias Persuasivas (TP) surgiram na década de 70, sendo definidas como um sistema computacional interativo utilizado para tentar alterar o comportamento humano e consistem na intersecção do elemento tecnológico com a persuasão a fim de projetar, verificar e analisar o impacto de um produto computacional interativo desenvolvido para mudar atitudes ou comportamentos (Fogg, 2002).

Neste sentido, pesquisas têm demonstrado a viabilidade de TP em uma variedade de contextos como, a publicidade, redução do consumo de energia, promoção de comportamentos saudáveis ou pró-sociais, na educação, etc. Segundo Fogg (2002) as TP podem ser utilizadas na escola ou em ambientes externos para motivar pessoas a adquirirem novos

conhecimentos ou habilidades. Em adicional, às TP podem motivar os indivíduos a iniciar determinadas tarefas, revisar materiais quando preciso, bem como dar continuidade a determinada atividade. Desta forma sistemas poderão ser desenvolvidos para auxiliar no processo de aprendizagem, provendo ensinamentos as pessoas em qualquer hora e espaço.

O uso de modelos comportamentais como o Modelo Comportamental de Fogg (Fogg Behavior Model – FBM,) (Fogg, 2009) indicam que a efetividade de um comportamento humano ocorre através da combinação de três fatores: motivação, habilidade e gatilho. O FBM propõe que para um comportamento alvo acontecer, a pessoa necessita (i). estar suficientemente motivada, (ii). ter a habilidade requerida para a tarefa e (iii). ser induzida no momento certo para fazê-la. Em adição à formação do indivíduo, o modelo identifica que em muitos casos, mesmo o indivíduo estando informado e motivado, este não executa ações condizentes por não ser provocado para isso no instante adequado. Assim, induzir o indivíduo a executar o comportamento alvo, no momento certo, não é algo fácil. Fatores ligados ao mapeamento de seu perfil de ação em seu ambiente devem ser identificados e utilizados como gatilhos de incentivo à ação.

Assim, considerando o FBM, a motivação pode ser definida como elemento psicológico (impulso) que faz com que as pessoas ajam para atingir seus objetivos, em outras palavras, pode ser visto como um *antecedente* para obtenção da mudança de comportamento. Estes *antecedentes* podem ser divididos em três grupos: i) prazer ou dor; ii) esperança e medo; iii) aceitação ou rejeição social. O primeiro pode ser visto como um condicionante que tem sua ação disparada instantaneamente, pois as pessoas respondem ao que está acontecendo naquele instante de tempo. As pessoas não pensam antes de realizar esse comportamento. O segundo pode ser visto como um condicionante que visa incentivar a antecipação de um comportamento. Pessoas realizam um comportamento, a fim de antecipar algo bom ou evitar algo ruim. Como pode ser visto no comportamento cotidiano das pessoas, este pode ser um condicionante mais poderoso do que prazer/dor. Por fim, o último pode ser visto como um condicionante que controla grande parte do comportamento social, pois a maioria das pessoas são motivadas a fazer determinadas tarefas para serem aceitas socialmente.

Já a habilidade pode ser definida como o grau de competência que um indivíduo tem para realizar um comportamento, ou seja, também é um antecedente necessário para a realização de um comportamento (Fogg, 2009). Aqui São descritos seis elementos que podem ser utilizados como condicionantes para execução de um comportamento. Estes elementos podem ser descritos como: i) *tempo*, o qual corresponde a quantidade de tempo necessária para executar um comportamento, ou disponibilidade para realizá-lo. Se um comportamento alvo requer muito tempo, então o

comportamento não é simples de atingir o seu alvo; *ii) dinheiro*, o qual corresponde aos valores monetários relacionados a realização do comportamento. Se um comportamento alvo requer dinheiro e o orçamento é limitado, então o comportamento não é simples de atingir o seu alvo; *iii) esforço físico*, o qual corresponde a quantidade de energia necessária para realização de um comportamento. Se um comportamento demanda por muito esforço físico, este é caracterizado por uma maior nível de dificuldade na sua realização; *iv) ciclos de cérebro*, o qual corresponde ao esforço mental, demanda por conhecimento para realização de um comportamento. Caso o comportamento demande por um forte raciocínio lógico para a sua execução, o mesmo demandará um espaço de tempo maior ou dificilmente será executado; *v) desvio social*, o qual corresponde a análise de padrões comportamentais tidos pela sociedade como incoerentes. Se o comportamento alvo diverge com os princípios adotados pela sociedade (grupo de amigos, família, igreja, trabalho, etc), o mesmo será considerado como de difícil realização; *vi) fora da rotina*, o qual corresponde a análise de padrões comportamentais adotados pelas pessoas em intervalos de tempo. As pessoas tendem a se comportar de maneira a conviver em uma rotina durante sua vida, porém se enfrentam um comportamento que está fora da sua rotina, elas terão dificuldade em realizar esse comportamento. Em busca da simplicidade, as pessoas muitas vezes mantêm sua rotina, e evitam mudar isso.

Ainda considerando as tecnologias persuasivas baseadas no FBM, o terceiro fator necessário para a ocorrência da mudança de comportamento seria a presença de gatilhos (Fogg, 2009). O gatilho pode ser definido como sendo um artefato capaz de tornar efetivo o comportamento esperado. Uma possibilidade desta instigação seria através de mensagens e alertas (um alarme que soa, uma notificação no celular, um anúncio de que uma venda está terminando, etc.) que realmente provoquem disparos de comportamentos e atividades rumo ao alcance da meta. A partir destas reflexões, é possível propor que faz-se necessário que as tecnologias persuasivas tratem complexos modelos de relações entre o indivíduo, o meio e seu comportamento alvo, permitindo a aquisição e análise do seu grau de motivação, bem como a escolha e disparo de gatilhos de sucesso.

Levando em conta que são os gatilhos, o fator mais estimulante para que ocorra a mudança de comportamento, uma vez que os dois outros fatores estão intrinsecamente associados a ele, cabe refletir um pouco mais sobre os gatilhos propostos pelo FBM.

Neste sentido, o FBM apresenta em sua especificação três grupos de gatilhos: *i) Faísca*, o qual é adequado a pessoas que têm pouca motivação e alta habilidade para realizar um comportamento alvo. Neste caso, o gatilho deve ser feito no formato de um elemento motivacional; *ii) Facilitador*, o qual

é adequado a pessoas que têm alta motivação, mas falta habilidade. A meta de um facilitador é desencadear o comportamento enquanto tenta tornar o comportamento mais natural, permitindo dessa forma a realização de um comportamento alvo; iii) Sinal, o qual tem melhor desempenho quando as pessoas têm a motivação e habilidade para realizar o comportamento alvo. O sinal não pretende motivar as pessoas ou simplificar a tarefa, o qual só serve como um lembrete.

Baseado nesta estrutura do FBM, as TP constituem-se como Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) capazes de fornecerem dispositivos inteligentes e ferramentas que interagem com os indivíduos com o objetivo específico de influenciar o seu comportamento, por exemplo, via “*gatilhos*” motivadores.

Na seção a seguir, apresentamos uma análise de trabalhos que utilizam TP, para que possamos entender e detalhar melhor seu uso aplicado no âmbito da educação, e assim, visualizarmos seu potencial para contribuir com o aumento da motivação, cooperação e reflexão na PBL, além de seu intrínseco caráter para suporte just-in-time. Nesta análise focamos a busca em trabalhos que utilizam TP para diferentes perfis de usuários/alunos, abordagens pedagógicas, metodologias de atividades e linguagens tecnológicas.

2.2.1 Estado da Arte do Uso das Tecnologias Persuasivas na Educação

Esta seção traz uma revisão literária publicada em Devincenzi et al. (2017a), voltada para o estudo de abordagens que utilizam diretamente TP na educação. Como resultado da análise bibliográfica, foram destacados como principais focos (i) TP adaptados para diversos perfis de usuários; (ii) TP utilizadas com diferentes abordagens pedagógicas (iii) TP para diferentes metodologias de atividades educacionais; (iv) TP desenvolvidas em diferentes linguagens tecnológicas podendo atuar direta e/ou indiretamente no processo educativos.

Para esta revisão, as pesquisas foram realizadas nas bases *ACM*, *Springer*, *ScienceDirect* e *Google Scholar*. Na primeira etapa da análise procedeu-se a identificar a totalidade do conjunto de produções associadas à TP. Os seguintes estudos foram identificados nas seguintes áreas: Ação Social, Saúde, Meio Ambiente, Pesquisa e Desenvolvimento, Educação e Publicidade no período de 2010 a 2017. Foram identificados 290 artigos relacionados aos critérios: "educação tecnológica persuasiva", "pesquisa tecnológica persuasiva", "saúde tecnológica persuasiva", "educação tecnológica persuasiva", "marketing persuasivo" e "social persuasivo". Após essa etapa, analisamos os artigos observando títulos, legendas, tabelas, palavras-chave e imagens, a fim de identificar os temas deste trabalho. Um

total de 82 estudos relacionados foram identificados. A última etapa da pesquisa consistiu na análise dos capítulos, bem como nos parágrafos finais. Como resultado, foram identificados 19 artigos que tiveram relação direta com o contexto do PT na Educação.

População do Estudo

Durante o estudo realizado, pode-se notar uma variabilidade de ambientes e grupos de usuários aos quais a tecnologia persuasiva foi aplicada no âmbito educacional. Esta comprovação colabora com a argumentação de Fogg (2002) por acreditar que as TP podem ser aplicadas a em uma variedade de contextos e públicos alvo.

Corroborando na construção desse argumento os trabalhos de Aagaard (2012), Bertel (2013), Heng et al. (2015) e Mintz (2012) apresentam a aplicação de TP no processo educacional de crianças e adolescentes com necessidades especiais, os trabalhos de Alvarez (2014), Bamidis (2011), Behringer et al. (2013), Goh (2012) e Filippou (2015) apresentam o uso das TP na educação de universitários das mais diversas áreas (Medicina, Computação, Enfermagem, etc.) e o trabalho de Arendt et al. (2014) apresentaram o uso da tecnologia persuasiva na educação, direcionada ao aprendizado de adultos quanto ao desenvolvimento sustentável. Em seu trabalho Heng et al. (2015) investigaram o efeito do design de TP no comportamento de crianças com necessidades especiais, enquanto Alvarez (2017) avaliaram o aprendizado de estudantes de enfermagem sobre a dor aguda em diferentes cenários clínicos após a intervenção online de TP. Também a TP foi utilizada em Salvi et al. (2017), onde desenvolveram um sistema móvel de saúde projetado para motivar os pacientes a aderir ao programa de reabilitação, fornecendo acompanhamento do exercício, orientação, feedback motivacional e conteúdo educacional.

Metodologia de Ensino

Segundo Fogg (2002), além das TP possibilitarem a motivação dos indivíduos a iniciar um determinado processo de aprendizado, também possibilitam a implementação de diferentes metodologias de ensino para que este processo seja facilitado.

Durante a realização do estudo, diversas práticas didáticas foram detectadas nos trabalhos. Destacam-se: Estímulo-Resposta (Aagaard, 2012), (Bertel, 2013) e (Goh, 2012), Lições Aprendidas (Heng et al., 2015) e (Behringer et al., 2013), Problem-Based Learning - PBL (Alvarez, 2014), recursos de design persuasivo em conjunto com os elementos do FBM na customização do material didático (Heng et al., 2015), Avaliação de Hábitos (Filippou, 2015) e (Alvarez, 2017), Gamification (Arendt, 2014) e (Liao, 2012), Pesquisa de

Informações (Bamidis, 2011) e mapeamento do comportamento desejado (Salvi et al., 2017).

Tipos de Atividades

Ainda tendo em vista o apresentado por (Fogg, 2002), aplicações que envolvam TP podem motivar diversos tipos de atividades no processo de aprendizagem. Na análise dos trabalhos pôde-se comprovar esta ideia, onde distintas atividades foram identificadas e estão apresentadas a seguir:

- Em Aagaard (2012) é proposta uma ferramenta para cooperação entre o adolescente e seu professor, de modo que o auxilie na execução de tarefas e rotinas diárias;
- Em Alvarez (2014) são apresentadas atividades didáticas específicas. Quando o aluno está acessando o facebook, são apresentadas informações a ele, seguindo um fluxo de etapas com conteúdo definidos, respeitando a metodologia Problem-Based Learning (PBL);
- No trabalho de Arendt (2014), é apresentada uma atividade gamification com o objetivo de educar e informar sobre métodos de refrigeração eficazes para redução natural do calor das residências. Para isso, um jogo 3D foi desenvolvido e através dele é possível o usuário utilizar itens sustentáveis para a melhoria da refrigeração da residência. Busca-se, através de seus resultados, proporcionar Educação e Mudança de Comportamento;
- Em Bamidis (2011), foi desenvolvido um Ambiente Virtual de Aprendizagem que disponibiliza informações com potencial para afetar o comportamento do aluno. O ambiente possibilita ainda que estas informações possam ser sequenciadas e personalizadas da maneira mais eficaz para cada aluno;
- Em Behringer et al. (2013) apresenta um estudo de caso com a finalidade de avaliar duas ferramentas (PLOTMaker and PLOTLearner) desenvolvidas baseadas na utilização de TP para ensinar e aprender;
- O estudo de Bertel (2013) relata a introdução de robos com diferentes formas de interação persuasiva para ensinar, estimular e motivar crianças com autismo;
- Em Filippou (2015) é relatado a adaptação de questionário MSLQ (Motivated Strategies for Learning Questionnaire) para investigação de hábitos de estudantes;
- Em Heng et al. (2015) apresenta um estudo de caso realizando comparativos dos efeitos de cursos com metodologias tradicionais de ensino e mídias com conteúdo persuasivo no ensino de linguagem

Malaia de crianças com dificuldades de fala;

- O trabalho de Mintz (2012) faz uma revisão de técnicas utilizadas no desenvolvimento de tecnologias educacionais;
- Em Goh (2012) foi analisado o impacto no aprendizado de alunos por meio do envio de pequenas mensagens no formato de SMS;
- Em Alvarez (2017) avaliaram o aprendizado de estudantes de enfermagem sobre a dor aguda em diferentes cenários clínicos após a intervenção online de TP;
- Em Salvi et al. (2017) desenvolveram um sistema móvel de saúde projetado para motivar os pacientes a aderir ao programa de reabilitação, fornecendo acompanhamento do exercício, orientação, feedback motivacional e conteúdo educacional;

Tecnologias Envolvidas

No intuito de chegar-se ao comportamento desejado, durante a revisão pode-se notar a inserção de diversos canais de tecnologias nos experimentos. A seguir são listados alguns:

- Facebook. (Alvarez, 2014);
- Aplicativo 3D. (Arendt, 2014);
- Ambiente Virtual de Aprendizagem. (Bamidis, 2011);
- EuroPLOT. (Behringer et al., 2013);
- Robôs persuasivos voltados para educação e entretenimento (PEERs). (Bertel, 2013);
- Aplicativo Mobile. (Heng et al., 2015) e (Salvi et al., 2017);
- Aplicativo desenvolvido no projeto HANDS. (Aagaard, 2012) e (Mintz, 2012);
- Jogos baseados em terapia ocupacional, diálogo de aconselhamento de conversação e ambiente simulado. (Musa et al., 2010);
- SMS (short messaging service). (Goh, 2012);
- Objeto de aprendizagem virtual. (Alvarez, 2017);
- Realidade virtual. (Liao, 2012);

Baseado na análise dos focos estudados, alguns pontos foram encontrados quanto ao uso das TP:

- TP para diversos tipos de usuários;

- TP para diversas metodologias e tipos de atividades educacionais;
- TP desenvolvidas em diversas tecnologias;
- Possibilidade de aperfeiçoamento de material didático com base na utilização de TP;
- Embora alguns dos artigos estudados não apresentem explicitamente suas relações com a educação, foi possível notar em seus estudos, que as TP encontram-se relacionadas direto e indiretamente ao processo de educação;

Assim, ao observar o impacto das tecnologias como agente motivacional dos processos de aprendizagem, verifica-se que, em sua maioria, as investigações destacam a motivação associada à atividade, ou seja o quanto uma pessoa encontra-se motivada a adquirir novos conhecimentos ou habilidades (Fogg, 2002), a resolver problemas associados a hábitos de estudo (Filippou, 2015), a iniciar um determinado processo de aprendizado, tarefas, revisar materiais quando preciso, bem como dar continuidade a determinada atividade (Heng et al., 2015), podendo atuar no processo de aprendizagem formal e/ou informal (Oyelere et al., 2016) quando devidamente motivada. Entretanto, há necessidade de atuarmos diretamente sobre os níveis dessa motivação por considerarmos sua influência no comportamento do indivíduo (Fogg, 2009) e na aprendizagem (Martinelli et al., 2009). Por mais que um ambiente possa gerar elementos externos de ampliação da motivação, o fator interno é o que efetivamente incita uma pessoa à ação.

Por esta razão, acredita-se que essa atuação sobre a motivação pode e deve ser mediada por artefatos tecnológicos (Danowitz, 2016) e (Jones, 2004), uma vez que os alunos em todos os níveis de educação podem desfrutar de acesso a recursos educacionais, preferencialmente, a qualquer hora e em qualquer lugar.

Sendo assim, durante a análise dos focos estudados, as seguintes lacunas foram encontradas quanto ao uso das TP na Educação:

- Falta de TP mais presentes durante todo o dia-a-dia da pessoa, de forma a disponibilizar interações que potencializam seu processo de aprendizagem full time e em tempo real;
- Ainda são poucos trabalhos que relacionam diretamente a aplicação das TP na educação;

Em resumo, acredita-se que o desenvolvimento de TP com o envolvimento de dispositivos presentes ao cotidiano do aluno, como os telefones celulares

e seus aplicativos, possa ser um bom caminho para alcançar a constante imersão do aluno no seu processo de aprendizado.

Após várias reflexões sobre os artigos estudados nesta seção, foi possível ainda reconhecer que:

- A prática da PBL ainda apresenta deficiências que devem ser trabalhadas para sua otimização;
- A literatura demonstra o potencial das TP no êxito dos objetivos propostos pela PBL;
- A potencialidade das TP pode ser significativamente ampliada a partir do uso de tecnologias ubíquas.

Neste sentido que apresentamos a abordagem proposta neste estudo, apontando as TP não apenas como simples objetos, mas como agentes ativos e motivacionais do processo de ensino-aprendizagem, visão esta que, uma vez identificada, pode ser o guia para novos desenvolvimentos no que tange ao envolvimento de TP na educação.

Capítulo 3

Uma Proposta de Tecnologia Persuasiva para u-PBL

Após as considerações apresentadas no capítulo anterior, propomos neste terceiro capítulo uma Proposta de Tecnologia Persuasiva para u-PBL que, efetivamente, envolva o aluno em seu processo de aprendizagem. Este envolvimento deve ocorrer durante todo o seu dia-a-dia, buscando em seu contexto, formas de instigá-lo a buscar seu conhecimento, incentivando seu instinto reflexivo e cooperativo, através de motivações contextualizadas a seu ambiente e interesse.

Essas reflexões nos permitiram voltar aos pontos já expostos nas discussões dos dois artigos apresentados nas seções anteriores (2.1.1 e 2.2.1) e permitiram a conclusão de que, mesmo com o uso de TP e de Tecnologias Ubíquas, a PBL ainda carece de ferramentas que contemplem integralmente as características apontadas por Hmelo-Silver (2004). Essa constatação foi embasada no fato de que as tecnologias ubíquas apresentadas até então, ainda não contemplam o processo PBL em pontos como: (a) não contribuir para a instigação da reflexão dos alunos, a cooperação entre eles e a sua motivação; (b) não agregar as possibilidades que a vida cotidiana (tempo e espaço) do aluno pode trazer ao seu processo educativo; e (c) não usar a inferência inteligente do sistema, que pode ser considerada automática, por meio da detecção ubíqua, do ambiente do aluno.

Mais uma vez queremos enfatizar aqui, a pertinência em desenvolver uma Proposta de Tecnologia Persuasiva Ubíqua para u-PBL, contribuindo assim para a área de Aprendizagem Ativa. Vale destacar aqui, para justificar este desenvolvimento, a importância dos pontos descobertos apresentados nos desafios de PBL deste trabalho e sua capacidade de fornecer incentivos em conjunto e/ou customizados a fim de aumentar a motivação dos alunos,

tornando-os proativos em relação à cooperação e reflexão em seu processo de aprendizagem.

Assim, o presente trabalho objetiva propor um modelo envolvendo a prática da u-PBL com o uso de TP, como forma de suprir as deficiências até então apontadas. Para atingir esse objetivo, nas próximas seções apresentamos o modelo persuasivo para u-PBL e o *framework* persuasivo para u-PBL, desenvolvidos como partes que viabilizem nossa Proposta de Tecnologia Persuasiva para u-PBL, publicada em Devincenzi et al. (2017b).

3.1 Modelo Persuasivo para u-PBL

Esta seção visa apresentar a proposta de um modelo que possibilite agregar as potencialidades das tecnologias persuasivas a u-PBL. Para isso, inicialmente apresentamos o mapeamento do FBM proposto por Fogg (2009) no processo PBL definido por Hmelo-Silver (2004), a fim de identificarmos quais fatos da PBL podem ser caracterizados como gatilhos perante os conceitos apresentados pelo FBM. Na sequência, com este mapeamento realizado, apresentamos a proposta de gatilhos criadas neste modelo, e finalizamos a seção apresentando o modelo persuasivo para u-PBL proposto nesta tese.

3.1.1 Mapeamento FBM na PBL

Analisando o processo PBL definido por Hmelo-Silver (2004), já descrito na **Figura 1** (seção 2.1), a luz dos conceitos de gatilhos apresentados no FBM (Fogg, 2009), estabelecemos as seguintes relações (veja a Fig. 2):

1. Entre as Etapas: *Gatilho Facilitador* que rege a evolução entre etapas do processo, delimitadas pelo *professor*, pelo *tempo* e/ou pela *evolução do grupo*;
2. Etapa 1: O *desafio do problema*, pode ser visto como um *gatilho Faísca* do tipo *prazer e dor*, tendo em vista que condiciona o aluno a execução de um comportamento instantâneo no momento em que o desafio é recebido.
3. Etapa 2: i) *Gatilho Faísca* que condiciona o aluno a realizar o aprofundamento do problema, permitindo que este descubra conteúdos relacionados; ii) *Gatilho Facilitador*, que interpõe o aluno aos pontos de conhecimento envolvidos com o problema, mostrando a ele quais habilidades já possui e quais devem ser desenvolvidas;
4. Etapa 3: *Gatilho Facilitador* que possibilita ao aluno o desenvolvimento de habilidades no momento em que agrega informações sobre o trabalho;

5. Etapa 4: i) *Gatilho Facilitador* que dispara no aluno um processo de autoavaliação do conhecimento adquirido; ii) *Gatilho Faísca*, disparado ao aluno no momento em que ele identifica quais os temas a aprender;
6. Etapa 5: *Gatilho Facilitador*, que dispara ao aluno a necessidade de busca por conhecimentos necessários para a solução do problema;

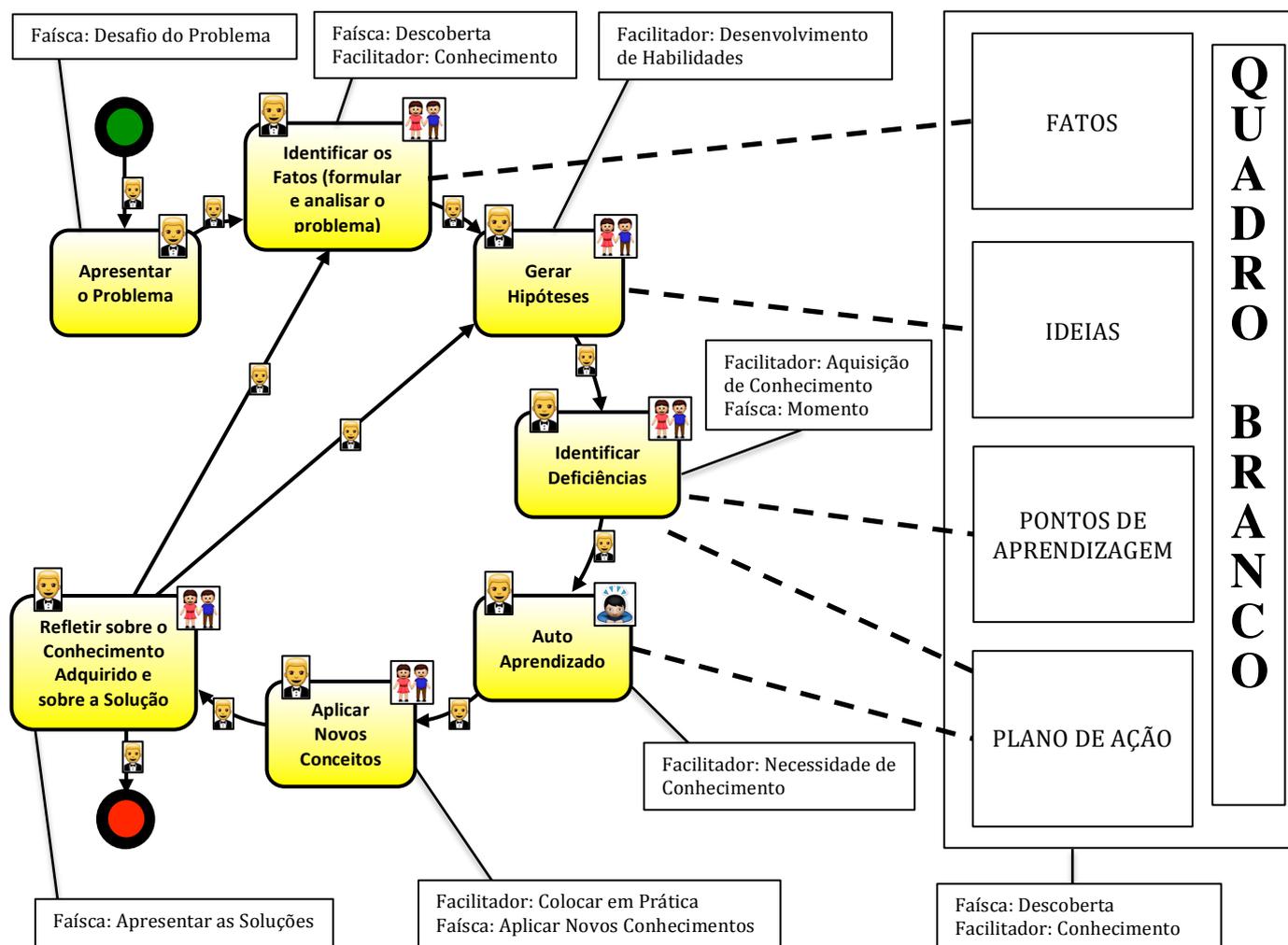


Figura 2. Processo PBL (Hmelo-Silver, 2004) a luz dos conceitos de gatilhos apresentados no FBM.

7. Etapa 6: i) *Gatilho Facilitador* que instiga o aluno em colocar em prática os novos conhecimentos adquiridos; ii) *Gatilho Faísca* é disparado ao aluno no momento que ele identifica a possibilidade de aplicação do novo "saber" para a solução do problema;
8. Etapa 7: *Gatilho Faísca* é disparado no momento em que o aluno apresenta a solução e identifica seu sucesso na atividade e sua capacidade de aplicar o conhecimento para a solução de problemas;

9. Quadro Branco: Gatilho Faísca é disparado no momento em que um aluno registra no Quadro Branco alguma dúvida, informação ou conhecimento, de forma que motiva seus colegas a investigar sobre o registrado. Gatilho Facilitador também é identificado no ponto em que os registros feitos por um aluno, são informações e conhecimentos que servem no processo de aprendizagem de seus colegas.

Analisando o mapeamento exposto, podemos identificar que várias destas atividades (gatilhos) podem ser desempenhadas via computador, porém o simples uso do computador deixa lacunas no processo uma vez que limita os disparos a momentos pré-definidos, tornando a regra de disparos estática, não levando o contexto do aluno em conta (Tempo, Local, Competência, Motivação, etc.) e portanto não interagindo com os alunos no momento adequado de cada um, minimizando assim os benefícios do uso do FBM apontado por Fogg (2009) para se conseguir alcançar o comportamento desejado. Neste sentido, buscando uma forma de otimizar este comportamento, na próxima seção são contextualizados gatilhos em forma de artefatos tecnológicos propostos com base no contexto do FBM e das TP.

3.1.2 Proposta de FBM na u-PBL

Tendo como base as análises da seção anterior e buscando a melhoria do processo PBL, apresentamos aqui a proposta do modelo que visa fazer uso das tecnologias persuasivas na u-PBL. Esta proposta, é formada pela definição dos tipos de gatilhos a serem utilizados e do processo u-PBL com estes gatilhos dispostos em suas etapas.

3.1.2.1 Gatilhos

Estudos relacionados às TP destacam sua utilização como meio para motivar a aquisição de conhecimentos e/ou habilidades em distintos ambientes. Trabalhos como de Filippou (2015), Mintz (2012) e Dijkstra (2016), relacionam o uso das TP com o aprimoramento das habilidades sociais, aumento na eficácia do aprendizado e sucesso acadêmico. Dessa forma, conforme a análise prévia executada na seção anterior, percebeu-se a existência de lacunas onde a utilização de tais tecnologias podem propiciar um melhor aproveitamento do aluno durante as etapas do processo de PBL. A seguir, são apresentadas propostas de tipos de gatilhos para diferentes condições de uso em que TP podem ser utilizadas para a percepção do aluno, descoberta do momento oportuno e do níveis de motivação para consequente disparo, a fim de se alcançar o comportamento desejado:

1. Gatilho Mediação Externa: disparado a partir de uma decisão do

professor/tutor. Com o uso dele, é possível o disparo ao aluno de mensagens programadas pelo professor/tutor.

2. Gatilho *Affordance*: no qual a condição de disparo é percebida pelo artefato tecnológico. Seu disparo é baseado na percepção do contexto no qual o aluno está inserido, geralmente através de sensoriamento.
3. Gatilho Autoaprendizagem: acionado quando a atividade do aluno se encontra em momento de auto aprendizagem. Usado para disponibilizar possibilidades de aprendizagem próximas a atividade executada, de forma a evitar grandes desvios de pesquisa, que possam trazer elevado grau de desmotivação.

Complementando a especificação destes gatilhos, cabe ressaltar a gama de informações e objetos de aprendizagem que os mesmos podem utilizar para motivar o aluno, incluindo momento de disparo, objetivos, arquivos de artigos relevantes, vídeos explicativos, reportagens, dicas, informações de fontes de informação, etc.

Baseado nos tipos de gatilhos apresentados e na estrutura da Tecnologia Persuasiva Ubíqua para a criação destes gatilhos (posteriormente explicada na **Figura 10** da seção 3.2.2), a seguir são detalhados os gatilhos criados para serem disponibilizados ao processo u-PBL da proposta:

- I. Gatilhos via GPS (**Figura 3**) – do tipo *Affordance*, desenvolvido para ser utilizado quando as coordenadas GPS do aluno forem próximas as coordenadas GPS previstas para o disparo de uma atividade ou informação, a aplicação TP deve executar o disparo. Este disparo deve ser programado pelo professor levando em conta uma data limite para isso acontecer e o que deve ser disparado.

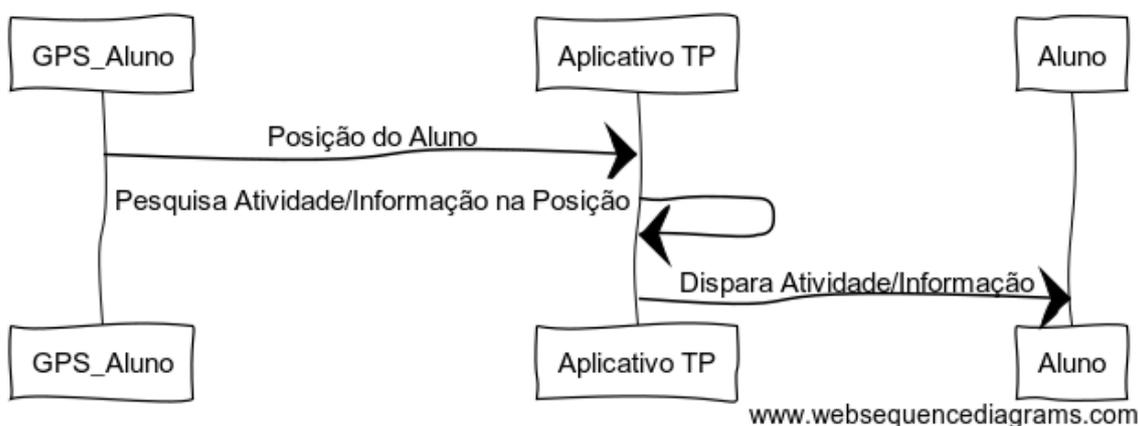


Figura 3 – Diagrama de sequência dos Gatilhos via GPS.

- II. Gatilho via Problema (**Figura 4**) – Do tipo *Affordance*, desenvolvido para ser utilizado quando o professor registrar novos requisitos do problema (Novos Desafios) na aplicação, esta deve pesquisar em uma base de conhecimento as palavras registradas pelo professor e enviar para o e-mail do aluno uma lista de links com os artigos mais relevantes encontrados.

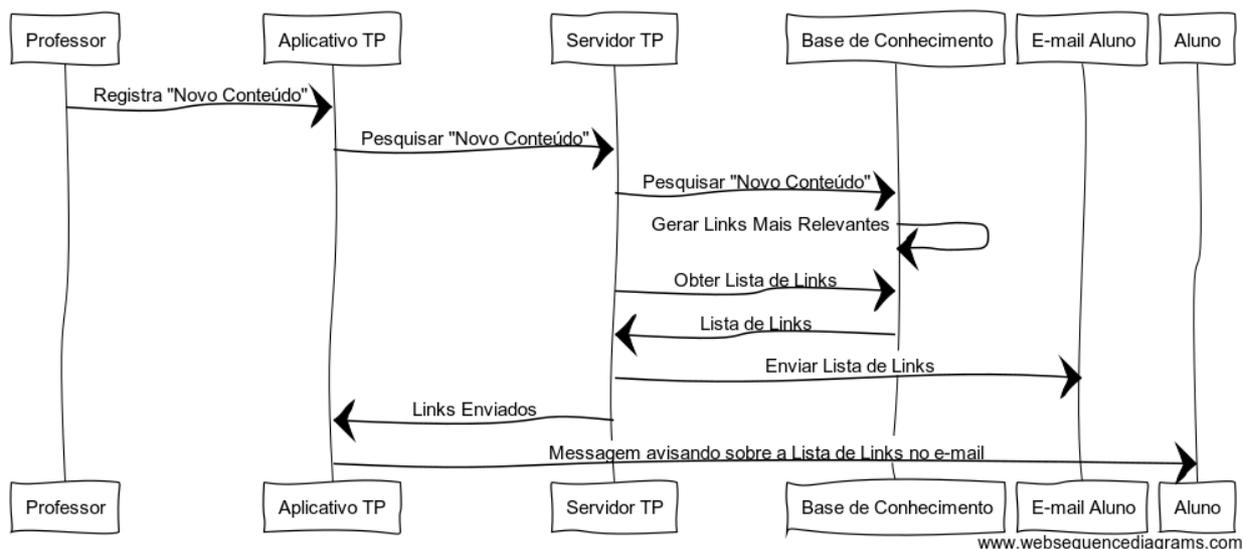


Figura 4 – Diagrama de sequência dos Gatilhos via Problema.

- III. Gatilho via Plano de Ensino (**Figura 5**) – Do tipo *Affordance*, desenvolvido para ser utilizado quando o professor registrar novos requisitos do problema (Novos Desafios) na aplicação, esta deve pesquisar nos planos de ensino, o assunto registrado e a data programada para este assunto ser trabalhado em aula. Posteriormente, a aplicação informar data, horário e tema da aula ao aluno, em momentos pré-definidos pelo professor ou pelo aluno.

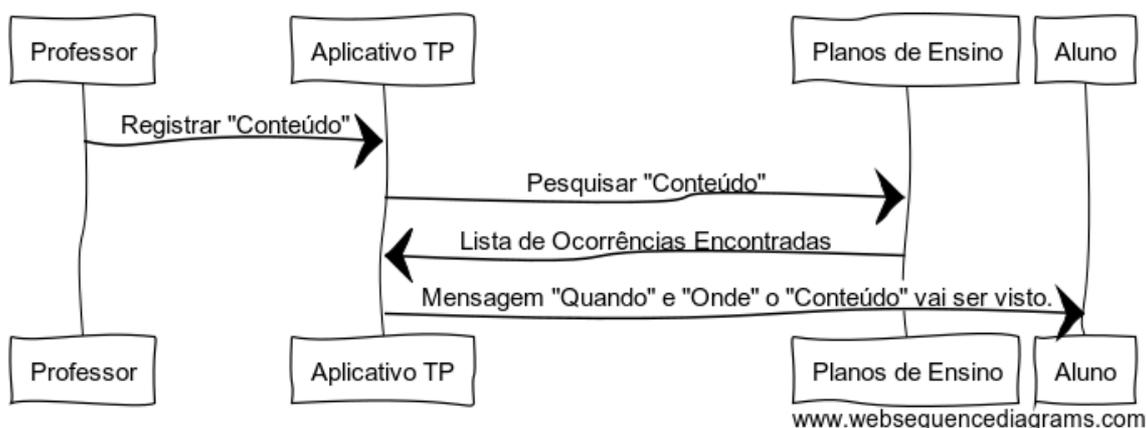


Figura 5 – Diagrama de sequência dos Gatilhos via Plano de Ensino.

- IV. Gatilho via Professor (**Figura 6**) – Do tipo Mediação Externa, na qual o professor usa a aplicação para disparar uma mensagem construída por ele, diretamente para um ou mais alunos, com as atividades ou informações que ele achar apropriadas ao momento. A mensagem pode ser formatada para ser disparada instantaneamente ou programada para um horário específico.



Figura 6 – Diagrama de sequência dos Gatilhos via Professor.

- V. Gatilho via Pesquisa do Aluno (**Figura 7**) – Do tipo Autoaprendizagem, desenvolvido para ser utilizado quando o aluno executar uma pesquisa na internet, a aplicação deve pesquisar em uma base de conhecimento os termos pesquisados e enviar para um e-mail para ele com uma lista de links com os artigos mais relevantes encontrados.

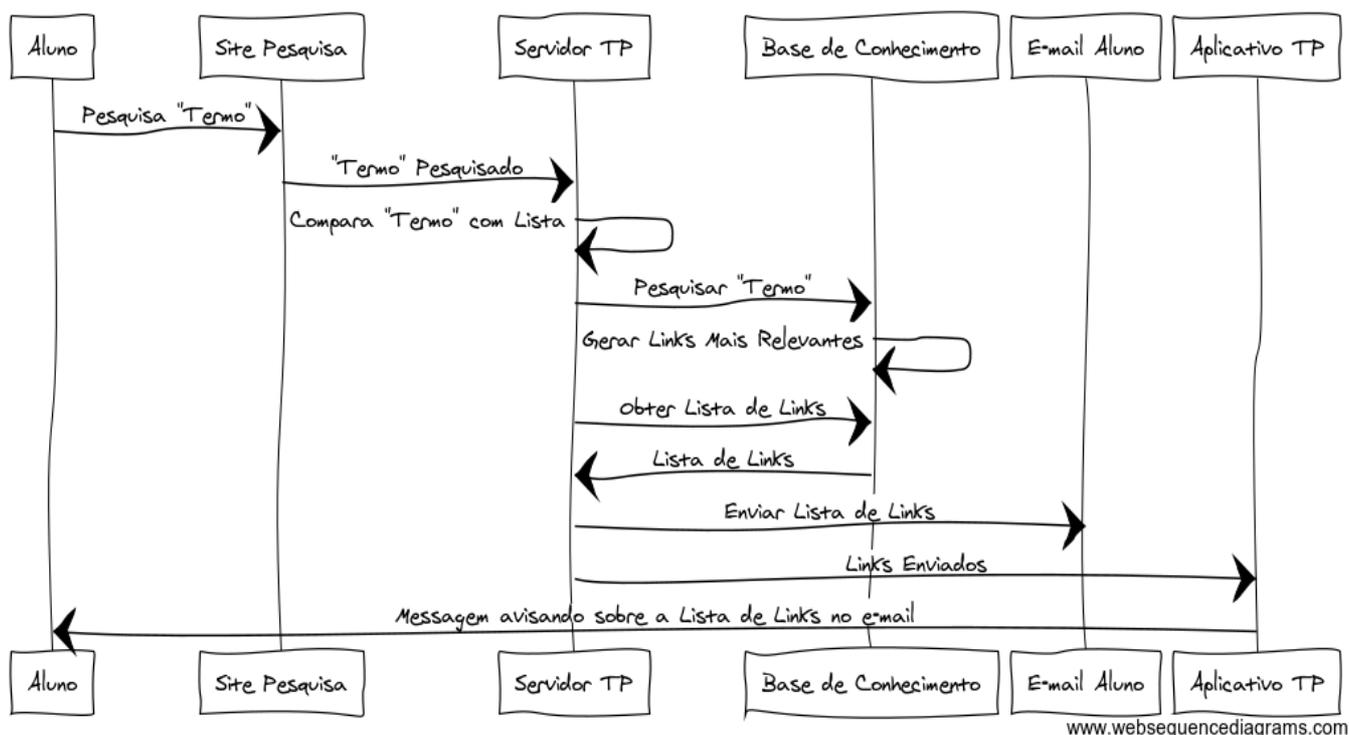


Figura 7 – Diagrama de sequência dos Gatilhos via Pesquisa do Aluno.

De posse dos gatilhos da *Tecnologia Persuasiva Ubíqua* apresentada nesta seção, o próximo capítulo visa apresentar um estudo de caso do uso desta tecnologia em um ambiente que utiliza a PBL como metodologia de ensino.

3.1.2.2 Distribuição dos Gatilhos no Processo u-PBL

Com base nos gatilhos criados na seção anterior, aqui apresentamos a disponibilidade de utilização deles nas etapas do processo PBL apresentado na **Figura 2**. Nesta disposição (**Figura 8**), os gatilhos criados estão alocados a fim de, em conjunto do processo, formarem o Modelo Persuasivo para u-PBL desta proposta, substituindo o que antes eram gatilhos disparados pelo professor, por gatilhos automatizados, disparados pela Tecnologia Persuasiva Ubíqua.

Na sequência da **Figura 8**, exemplos das possibilidades de aplicação deles em cada fases do processo PBL, para posterior implementação nos estudos de casos, são apresentados.

- Na etapa de **Apresentar o Problema**, um gatilho *via Professor* pode ser disparado para passar previamente por mensagem dados relacionados ao problema que será apresentado na primeira aula;
- Na etapa **Identificar os Fatos** 4 gatilhos podem ser programados, i) um gatilho *via GPS* pode ser disparado informando ao aluno que uma pessoa que seja fonte de informação para o seu entendimento do problema está próxima de sua localização; ii) um gatilho *via Problema* pode ser programado para disparar informações relacionadas aos temas que o professor registrar como sendo conceitos relacionados com o problema; iii) um gatilho *via Professor* pode ser disparado com dicas sobre o entendimento do problema; e iv) um gatilho *via Plano de Ensino* pode disparar informações ao aluno sobre quando algum tema que foi registrado pelo professor será trabalhado em alguma disciplina dos cursos do campus;
- Na etapa de **Gerar Hipóteses**, 3 são os gatilhos que podem ser utilizados, i) um gatilho *via Professor* lançando uma pergunta que faça o aluno refletir sobre as hipóteses do problema; ii) um gatilho *via Pesquisa do Aluno* que identifique sobre as possíveis soluções que o aluno está pesquisando e dispare ao aluno materiais que deem apoio a este processo; e iii) um gatilho *via GPS* que incentive a reflexão do aluno ao mostrar-lhe hipóteses que possam ter sido levantadas em casos similares e que ele possa visualizá-las no local que ele se encontra;

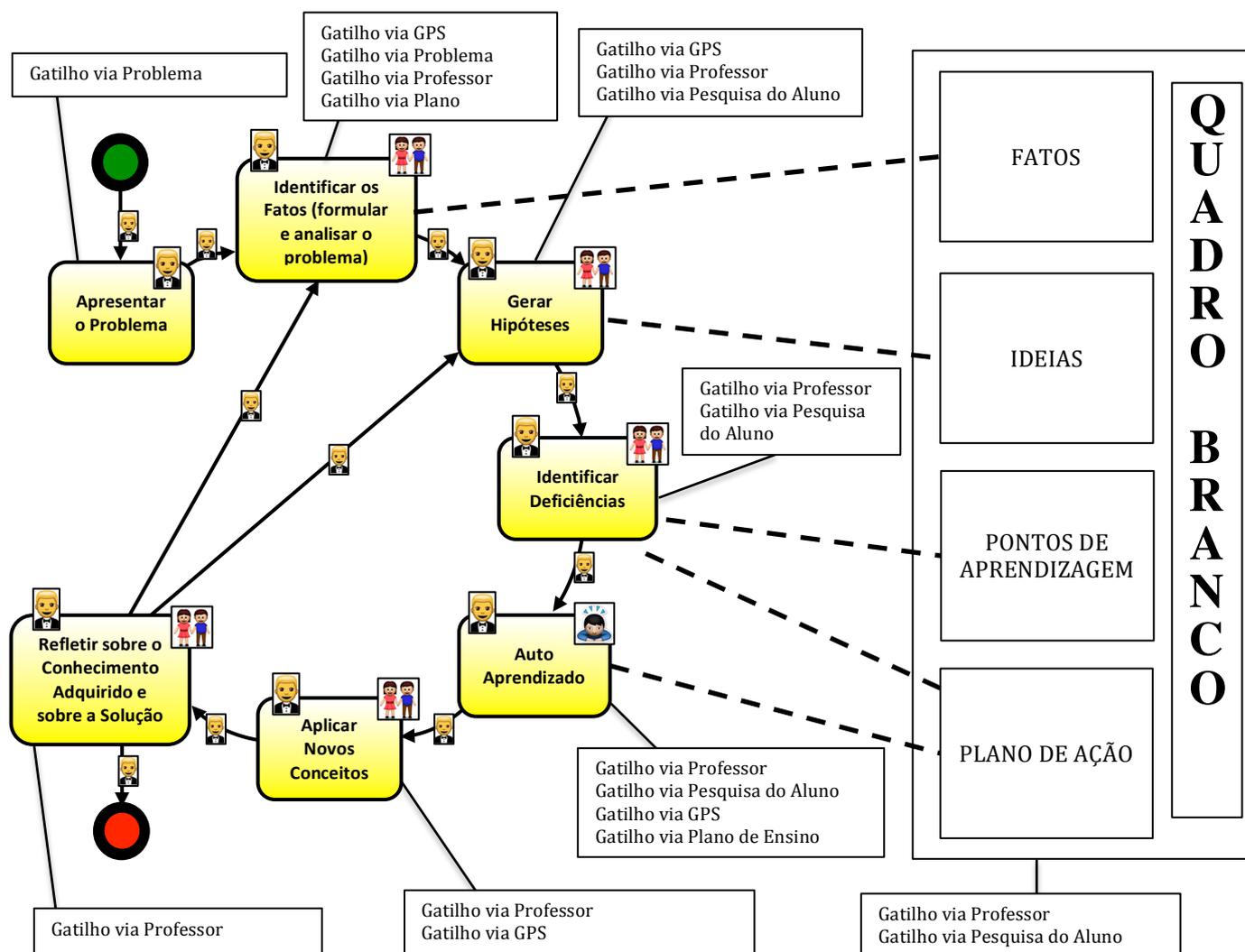


Figura 8 – Gatilhos da Tecnologia Persuasiva aplicada na u-PBL.

- Na etapa de **Identificar Deficiências**, podem ser utilizados gatilhos *via o Professor* para lançar "Quiz" que faça o aluno refletir sobre seus conhecimentos sobre um determinado tema e podem ser disparados gatilhos *via Pesquisa do Aluno* com materiais que envolvam o tema pesquisado;
- Na etapa **Auto Aprendizagem**, 4 são os gatilhos que podem ser utilizados, i) gatilhos *via Professor*, onde o professor pode utilizá-los para enviar explicações ou dicas sobre um determinado tema; ii) gatilhos *via Pesquisa do Aluno*, onde a aplicação envia links para artigos de bases de conhecimento reconhecidas, que falem sobre o tema pesquisado, garantindo assim a qualidade da fonte de informação; iii) gatilhos *via GPS* que, por exemplo, dispare a indicação de um livro que aborda um tema que o aluno necessita aprender, no momento em que o mesmo está circulando próximo a área da

biblioteca; iv) gatilhos *via Plano de Ensino*, onde a aplicação vai informar ao aluno data e hora de disciplinas onde os temas que ele necessite aprender serão vistos;

- Na etapa de **Aplicar Novos Conceitos**, gatilhos *via Professor* podem ser disparados, por exemplo, para incentivar a flexibilidade do conhecimento do aluno, provocando-o a utilizar conceitos aprendidos em outros ambientes de estudo. Outro gatilho que pode ser utilizado nesta etapa é o gatilho *via GPS* que também pode provocar a reflexão, fazendo com que o aluno relacione algo aprendido com fatores presentes no ambiente que ele se encontra no momento;
- Finalizando o processo, na etapa de **Refletir sobre o Conhecimento Adquirido e a Solução**, podemos utilizar gatilhos *via Professor* para disparar, por exemplo, um questionário que auxilie os alunos a refletirem sobre os conceitos adquiridos em seu processo de aprendizagem durante a resolução do problema;
- Em adicional aos gatilhos definidos para as etapas do processo, definimos na estrutura do **Quadro Branco**, os gatilhos *via Professor e via Pesquisa do Aluno* que podem ser disparados a qualquer momento do processo. Esses gatilhos possibilitam ao professor disparar individualmente ou a um grupo, um determinado objeto de aprendizado que ele note ser importante ao momento baseado no acompanhamento dos registros dos mesmos no **Quadro Branco**, e também possibilitam ao professor deixar o sistema previamente formatado para disparar automaticamente objetos de aprendizado no momento de interação e registro de um aluno na estrutura do Quadro Branco.

Tendo definido o Modelo Persuasivo para u-PBL desta proposta, a próxima seção apresenta o *framework* desenvolvido para suportar este modelo.

3.2 Framework Persuasivo para u-PBL

3.2.1 Arquitetura Persuasiva

Para que nas seções seguintes possam ser descritas a estrutura e as características da proposta deste trabalho, esta seção tem como objetivo apresentar a arquitetura proposta por Casarin et al. (2016) para suporte a aplicações persuasivas baseadas em CPS (Sistemas Físicos Cibernéticos⁹) (**Figura 9**), desenvolvida para estimular a mudança de comportamento nos

⁹ Sistemas Físicos Cibernéticos (CPS) são integrações de computação, redes e processos físicos. Computadores e redes incorporados monitoram e controlam os processos físicos, com ciclos de feedback nos quais processos físicos afetam as computações e vice-versa.

usuários que interagem com o CPS.

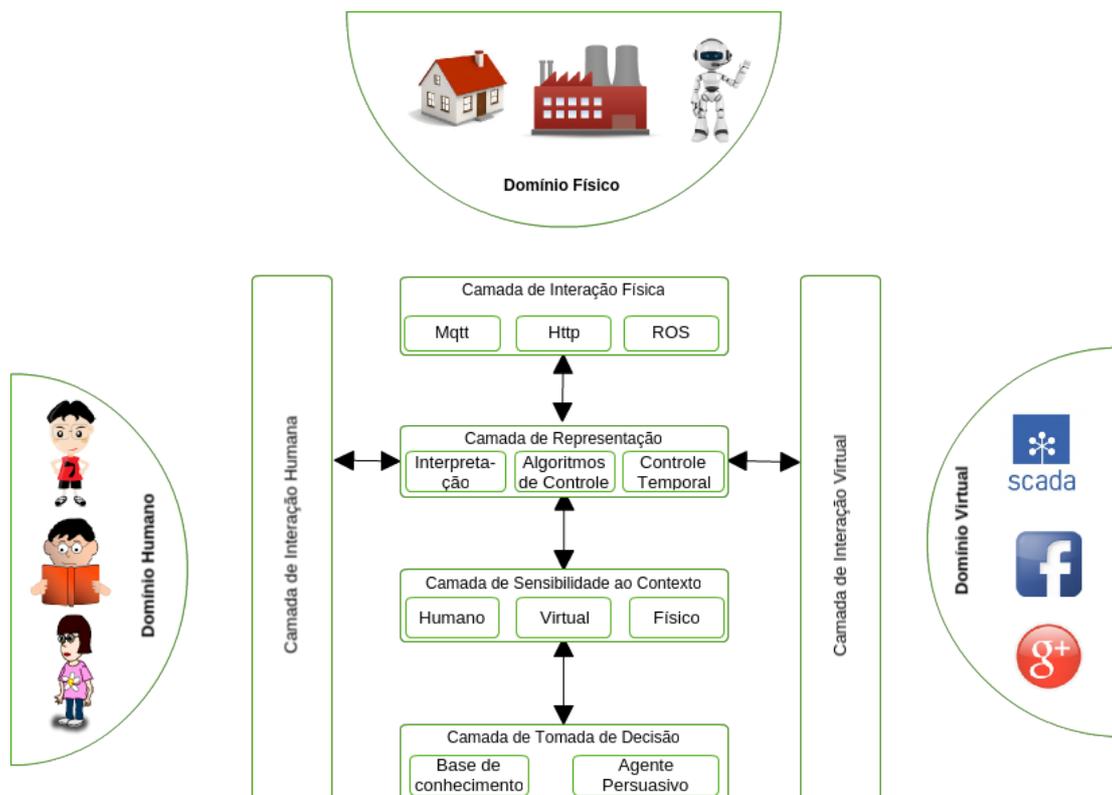


Figura 9: Arquitetura CPS Persuasiva proposta em Casarin et al. (2016)

A arquitetura persuasiva baseada em CPS é composta por três domínios: i) Humano - Domínio que representa os usuários que interagem com a arquitetura; ii) Virtual - Sistemas e *softwares* que interagem com a arquitetura e iii) Físico - Dispositivos, sensores e atuadores que percebem os elementos físicos do ambiente e interagem com a arquitetura. A arquitetura também é composta por seis camadas (Interação Humana, Interação Física, Interação Virtual, Sensibilidade ao Contexto, Representação e Tomada de Decisão). Cada uma das camadas desta arquitetura possui uma funcionalidade, as quais serão descritas a seguir:

Camada de Interação Física

Esta camada permite a interação entre os diferentes elementos do Domínio Físico, a troca de informações entre o CPS e os dispositivos físicos. Um conjunto de dispositivos presentes nesta camada deve ser capaz de enviar e requisitar informações do meio através de diferentes protocolos de comunicação. Além disso, as informações circulantes desta camada serão utilizadas para verificar, através da observação do meio, os níveis de

habilidade e motivação de um usuário, os quais serão analisados pela camada de tomada de decisão.

Camada de Interação Humana

A camada de interação humana será responsável por receber as entradas fornecidas pelos usuários (resposta dos gatilhos (*feedback*), configurações de sensores, informações pessoais e eventos (para atuação no domínio físico) e fornecer as interfaces do sistema (gatilhos e informações sobre sensores) a fim de realimentá-lo, se tornando parte do processo para identificação dos níveis de habilidade e motivação, auxiliando na seleção dos "melhores" gatilhos a serem fornecidos para o usuário.

Camada de interação Virtual

Esta camada é a responsável pela integração de dados entre o CPS e aplicações externas, e tem como principal objetivo verificar informações virtuais sobre usuários a fim de auxiliar a verificação dos níveis de habilidade (localização aproximada do dispositivo utilizado pelo usuário fornecidos por sistemas externos e compromissos agendados em calendários virtuais pelo usuário). E motivação (temperatura local, likes em redes sociais, grupos que o usuário pertence, quais temas ele publica e tem interesse, número de amigos em redes sociais).

Sensibilidade ao Contexto

Camada responsável por receber, interpretar e encaminhar informações entre as diferentes camadas do sistema, a partir de uma compreensão semântica de recomendação (pontuação) dos gatilhos que interagem com o domínio humano a fim de auxiliar na verificação de quais são os melhores gatilhos para cada usuário.

Camada de Representação

A camada de representação é formada pelas informações (atuais e históricas) dos domínios do sistema. Essa camada mantém um conjunto de estados associados aos elementos dos domínios humano, físico e virtual. Esses estados servem para simplificar a validação e integração entre as camadas de sensibilidade ao contexto e decisão.

Camada de Decisão

A camada é responsável por interpretar as informações provenientes da

camada de representação e de sua base de conhecimento. A partir de então, mensurar o grau de habilidade e motivação do usuário com objetivo de dotar a arquitetura persuasiva de capacidade para tomar decisões e disparar eventos. Por fim, a camada de decisão deve ser capaz de gerar o gatilho mais adequado para enviar ao usuário a fim de persuadi-lo a atuar sobre o ambiente.

3.2.2 Estrutura da Tecnologia Persuasiva Ubíqua

Para proporcionar o desenvolvimento do modelo proposto na seção 3.1 e utilizando a arquitetura apresentada na seção anterior, uma estrutura de Tecnologia Persuasiva Ubíqua é apresentada (**Figura 10**), envolvendo alunos, professores e seus respectivos dispositivos móveis e computadores pessoais. Estes elementos estarão interconectados via internet a um servidor que abrigará a central da tecnologia desenvolvida. A seguir, estes elementos serão apresentados:

- Dispositivos Móveis: equipamento com a instalação do aplicativo persuasivo responsável por um dos pontos de interação aluno-professor/*Tecnologia Persuasiva Ubíqua*. É via este aplicativo que o professor vai programar gatilhos para as atividades e o aluno vai receber estes gatilhos durante o processo PBL, além de ter um ambiente que possibilite a comunicação com os colegas e professores, com a intenção de cooperar, refletir e aprender durante o andamento das atividades. Dentre uma gama de possibilidades que podemos elencar neste equipamento, também é importante ressaltar a disponibilidade do GPS, responsável pelo sensoriamento espacial do aluno durante seu cotidiano;
- Computadores Pessoais: equipamento que também disponibiliza aos professores a possibilidade de programar gatilhos. Pelo lado do aluno, dentre várias atividades disponibilizadas pelos computadores, sua utilização para pesquisas na internet torna-se em especial importante, visto que a *Tecnologia Persuasiva Ubíqua* desenvolvida se utilizar desta atividade para sensoriar algumas informações com potencial para disparo dos gatilhos;
- Servidor com a Central da TP: equipamento onde a base de conhecimento e a lógica com as regras da *Tecnologia Persuasiva Ubíqua* estão instaladas. Esta lógica é a responsável pelo registro, armazenamento e disparo de todas as atividades da *Tecnologia Persuasiva Ubíqua*.

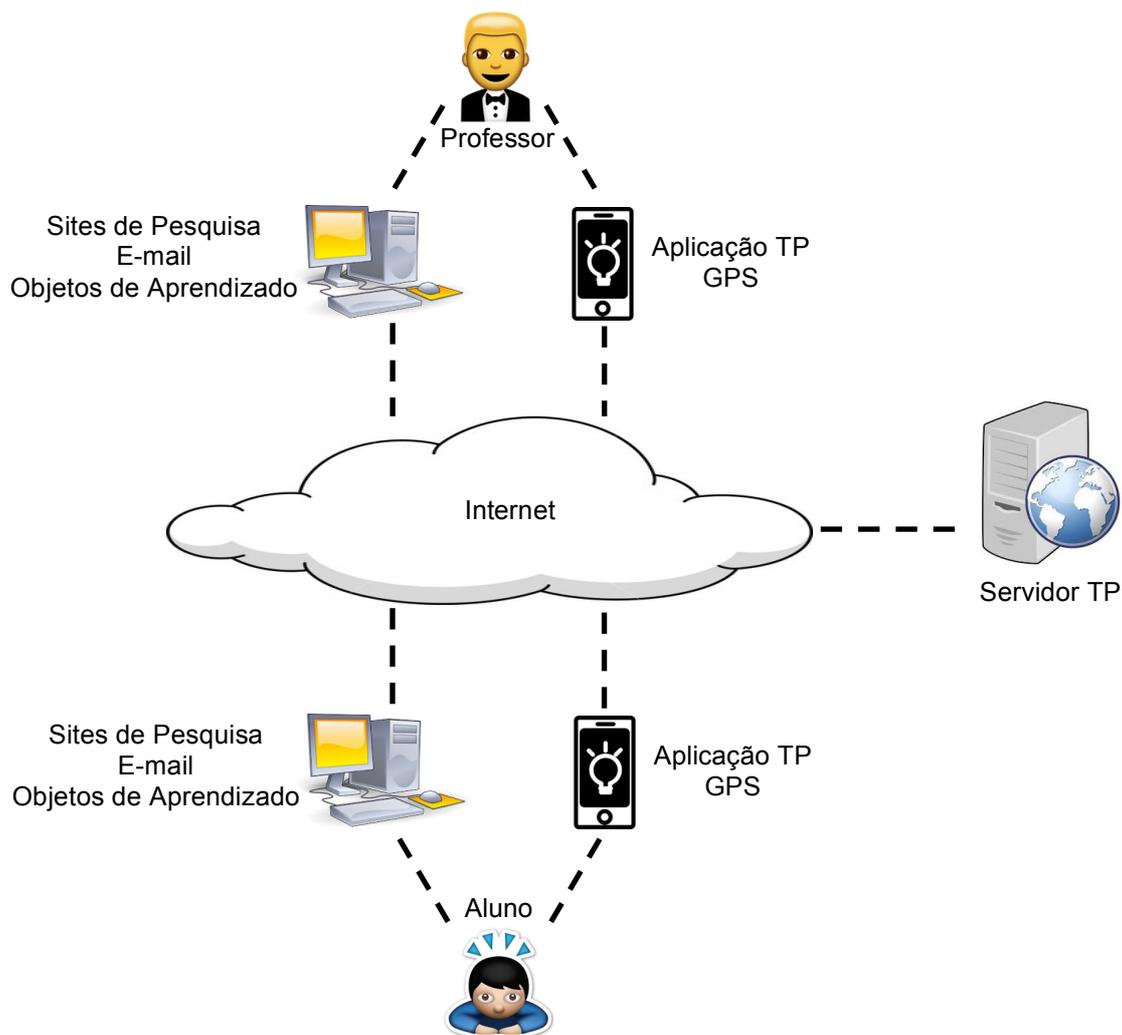


Figura 10 – Estrutura da Tecnologia Persuasiva Ubíqua.

Este capítulo apresentou um modelo desenvolvido para aplicar o uso de TP à prática da u-PBL, que objetiva cooperar para melhorar a PBL conforme os desafios traçados por Hmelo-Silver (2004) e ainda apontados por nossas revisões literárias do capítulo 2. Para que este modelo possa ser implementado, também apresentamos neste capítulo nossa proposta de *framework* persuasivo para u-PBL, desenvolvido para viabilizar o desenvolvimento de nossa Proposta de Tecnologia Persuasiva para u-PBL (Devincenzi et al., 2017b). Para que nossa proposta seja validada, o próximo capítulo visa apresentar dois estudos de caso do uso desta tecnologia em um ambiente que utiliza a PBL como metodologia de ensino.

Capítulo 4

O Estudo de Caso TutorApp

Este capítulo apresenta o estudo de caso realizado para validar a proposta apresentada no capítulo anterior. A investigação foi implementada em dois ambientes de ensino superior em computação, que utilizam a metodologia PBL em disciplinas de seus cursos. Para isso, busca-se identificar como o modelo proposto neste trabalho pôde contribuir com o processo de aprendizagem baseado em PBL, observando variáveis associadas a motivação do aluno durante a execução de suas atividades. Estas variáveis e suas análises serão melhores explicadas no capítulo de resultados.

4.1 Metodologia do Estudo de Caso

O estudo de caso do trabalho foi feito nos cursos de graduação em Engenharia de Software da Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA e de Engenharia da Computação, da Universidade do Rio Grande - FURG, por estes cursos utilizarem, nas disciplinas acompanhadas, a metodologia PBL. O estudo foi realizado em duas etapas com a seguinte formação:

Estudo de Caso 1: Foi realizado no segundo semestre de 2017. Contou com 27 alunos participantes dos segundo e sexto semestres do curso de Engenharia de Software, da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), que utilizaram a proposta de tecnologia estudada, nas disciplinas de Resolução de Problemas II e VI, que envolvem respectivamente os temas *Armazenamento de Dados* e *Gerência de Projetos*,

Estudo de Caso 2: Foi realizado no primeiro semestre de 2018. Contou com 30 alunos participantes do segundo ano do curso de Engenharia da Computação, da Universidade do Rio Grande (FURG), que utilizaram a proposta de tecnologia estudada, na disciplina de Atividade de Integração Curricular II.

Com propósito descritivo, o estudo foi feito para compreender como a motivação dos alunos era afetada a partir do disparo de gatilhos motivacionais realizados por uma ferramenta (TutorApp) desenvolvida para colocar em prática a Tecnologia Persuasiva Ubíqua proposta nesta tese. Para isso, durante o decorrer das disciplinas, o TutorApp interagiu com os alunos, levando em conta seu comportamento, atividades realizadas e necessidades de aprendizagem apresentadas, buscando supri-las com a apresentação de objetos de aprendizagem nos momentos que os alunos mostravam necessidades de algo.

Para analisar os dados do estudo, durante o transcorrer dos experimentos, variáveis ligadas a motivação do aluno foram coletadas e quantificadas em uma escala de "Motivação", utilizando-se para isso: (I) no estudo de caso 1, a técnica desenvolvida por Tôledo (2016); e (II) no estudo de caso 2, a técnica desenvolvida por Mota (2018). Dando continuidade à análise dos experimentos, após cada estudo ser concluído, a opinião dos alunos, agrupada por turma, foi expressa com a construção do Discurso Sujeito Coletivo (DSC) proposto por Lefèvre e Lefèvre (2009). Estes resultados são apresentados e discutidos no capítulo 5 desta tese.

4.2 Estudo de Caso 1 - UNIPAMPA

O processo PBL praticado pela UNIPAMPA segue o processo PBL apresentado por Hmelo-Silver (2004), com o incremento gerencial das fases propostas pelo modelo *SCRUM*.

O *Scrum* é uma metodologia de gerência de processos de desenvolvimento de software utilizada em projetos onde os requisitos são pouco estáveis ou desconhecidos. O *Scrum* baseia-se nas práticas de Planejamento, *Sprint* e *Backlog* para definir seu processo. No Planejamento, a lista inicial com as características do processo a ser executado é criada e as estimativas para ele são traçadas. A prática do *Sprint* é onde o desenvolvimento do sistema é feito, cada *Sprint* não pode exceder 30 dias e devem ser acompanhados da realização de encontros diários para as chamadas *Daily Meeting*. Por fim, o *Backlog* é a prática de registro dos requisitos do projeto e define 2 produtos, i) *Product Backlog* (Lista geral dos requisitos do projeto) e ii) *Sprint Backlog* (Lista com os requisitos a serem desenvolvidos durante um *Sprint*).

O processo *Scrum* (**Figura 11**) é executado através dos *Sprints* de desenvolvimento, onde inicialmente o *Sprint Backlog* é definido baseado nos requisitos contidos no *Product Backlog*. Após esta definição, o *Sprint* de desenvolvimento é iniciado e no prazo de 30 dias um novo pacote do produto, contendo a implementação dos requisitos listados no *Sprint Backlog*, deve ser entregue. Durante a realização do *Sprint*, diariamente devem ocorrer as *Daily Meeting*, onde o gerente do projeto se reúne com a equipe

para revisar como foram executadas as atividades do dia anterior previstas para cada membro da equipe, quais dificuldades foram enfrentadas, quais as próximas atividades a serem realizadas e quais os planos para recuperação das atividades em atraso.

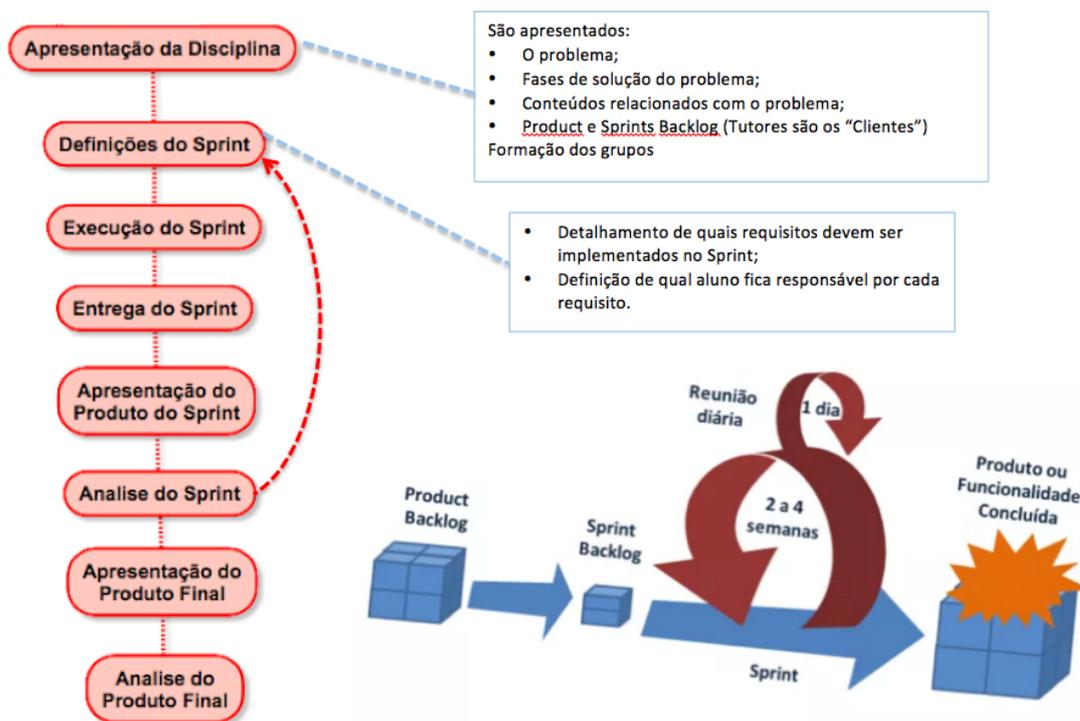


Figura 11 – Processo PBL – Scrum da Unipampa.

No processo executado nas disciplinas do curso de Engenharia de Software da UNIPAMPA, a primeira aula é realizada para a **Apresentação da Disciplina** (plano, cronograma, conteúdos, avaliações, etc.), para formação dos grupos de trabalho e para iniciar a trabalhar o problema. É nesta aula, que a primeira etapa descrita no processo PBL, "Apresentar o Problema", é realizada, e dela resulta como produto de trabalho, a lista dos itens que guiarão a solução do problema (*Product Backlog* do *Scrum*).

A partir do *Product Backlog* criado, e seguindo o cronograma para solução do problema, o professor/tutor e os alunos iniciam a **Definição do Sprint** do primeiro conjunto de soluções (*Sprint Backlog* do *Scrum*) a serem implementados no primeiro ciclo de desenvolvimento (*Sprint* do *Scrum*). Esta ação é realizada para os alunos executarem a etapa “Identificar os Fatos” da PBL.

Com o *Sprint* definido, os alunos passam para a **Execução do Sprint**. Nesta etapa, eles devem trabalhar baseados nos itens do *Sprint Backlog*, “Gerando Hipóteses”, “Identificando Deficiências” e definindo suas metas de “Auto

Aprendizagem”, para então refletir, cooperar e aplicar seus conhecimentos para “Solucionar o Problema”.

Durante a **Execução do Sprint**, as atividades nos horários de aula seguem a especificação do *Scrum* para *Daily Meeting*. Estas reuniões são usadas pelo professor/tutor para tirar dúvidas dos alunos, incentivar o senso reflexivo dos mesmos quanto ao executado nos últimos dias e dar suporte para que consigam gerenciar seu cronograma de trabalho e processo de aprendizagem.

Com o produto de solução do *Sprint* pronto, os alunos devem realizar a **Entrega** e a **Apresentação do Sprint** para que o professor/tutor possa provocar a reflexão durante a **Análise do Sprint**. A partir desta análise, o próximo *Sprint Backlog* é gerado baseado no cronograma da disciplina e o próximo *Sprint* é iniciado.

A execução dos *Sprints* é cíclica, até que o *Sprint Final* seja concluído. Então, os alunos executam a **Apresentação do Produto final** que geraram como solução do problema, para que o professor/tutor possa promover a reflexão final do processo de aprendizagem durante a **Análise do Produto Final**.

4.2.1 O Aplicativo TutorApp para o estudo de caso UNIPAMPA

A aplicação apresentada neste estudo foi nomeada de *TutorApp* e foi desenvolvida tomando como base os princípios discutidos nos capítulos 2 e 3. Mais precisamente propôs-se uma ferramenta para a percepção dos níveis de motivação dos alunos e disparos de gatilhos baseado nas regras e eventos associados a contextos FBM e metodologias PBL.

A ferramenta proposta foi desenvolvida com base na arquitetura persuasiva proposta em Casarin et al. (2016), (**Figura 9**). Esta arquitetura está organizada a partir de uma relação entre os domínios Humano, Físico e Virtual e os fluxos de interação que ocorrem entre as camadas do sistema.

A camada de interação física é responsável pelo contato entre os diferentes elementos do domínio físico e o sistema. No contexto deste trabalho é representada pelos dispositivos móveis dos alunos e sensores acoplados a estes (GPS). A camada de interação virtual permite a interação entre os sistemas computacionais externos (aplicativos móveis, sistemas de controle acadêmico, AVA's, etc.) e o sistema. Neste estudo esta camada é representada pelas API SmartTrigger (Tôledo, 2017), a qual é utilizada para aferição de níveis de motivação do usuário.

Para realizar a implementação da proposta, foram estruturadas duas aplicações: servidor e cliente.

Ambiente do Professor

A aplicação *Servidor TP*, **Figura 12**, corresponde a uma interface/aplicação responsável pelo gerenciamento, processamento e armazenamento de informações. O desenvolvimento foi baseado nas tecnologias Node.JS e MongoDB. Especificamente, esta aplicação representa o ambiente do professor e neste estudo diz respeito a gestão dos cadastros de informações referentes aos alunos, professores, turmas, planos de ensino, desafios e disparo de gatilhos.



Figura 12 - Interface da Aplicação Servidor TP

O ambiente professor tem como intuito prover para o professor uma interface de administração e interação com os alunos para o planejamento de disciplinas, planos de ensino, problemas e desafios e conteúdos. Esta interface poderá ser utilizada com ferramenta de apoio ao monitoramento de evidências e dificuldades de aprendizagem enfrentadas pelos alunos durante as práticas propostas, bem como o disparo de materiais. A seguir são apresentadas algumas das principais interfaces da aplicação.

Na **Figura 13** é apresentada a interface de gerenciamento de desafios. Nesta interface o professor poderá cadastrar os problemas a serem solucionados, bem como inserir um material (link) de apoio a ser disparado (gatilho baseado no desafio) caso haja necessidade, para o aluno ao longo da execução das atividades.

Desafios

Descrição <input type="text" value="Projeto de Software"/>	Data estimada para finalização <input type="text" value="15/07/2018"/>
Turma <input type="text" value="Atividade de Integração Curricular III"/>	Palavras chave - (coloque-as separadas por vírgula) <input type="text" value="Projeto, umf, er, arquitetura, dados"/>

Material de apoio

- Material 1

Referencia - Descrição <input type="text" value="Introdução 1 - Projeto de Software"/>
Link 1 <input type="text" value="https://drive.google.com/file/d/1XJ4gTJfKfQokyCTnQGDRbaPsB3p3GGSD/view?usp=sharing"/>
Palavras chave 1 - (coloque-as separadas por vírgula) <input type="text" value="Projeto, umf, er, arquitetura, dados"/>

Figure 13. Ambiente professor: Tela cadastro de desafios

Na **Figura 14**, é apresentada a interface de notificações (gatilhos). Esta interface lista todas as notificações enviadas pelo sistema. Além disso, o professor em determinados momentos pode intervir no processo de aprendizagem do aluno por meio do compartilhamento de materiais de apoio (através de um link) como artigos, apostilas, vídeo aulas. Essa intervenção pode ser individual, por grupo ou turma. Em outras palavras, no caso do professor identificar a não participação de algum aluno na execução de determinada atividade, dificuldade e ou desmotivação, o mesmo pode encaminhar alguma dica ou material para motivar aquele aluno.

Notificação

Descrição <input type="text"/>	Material de apoio
Tipo de notificação <input type="text" value="todos"/> <ul style="list-style-type: none"> Individual Grupo 	Link 1 <input type="text"/>
	Link 2 <input type="text"/>
	Link 3 <input type="text"/>
	Link 4 <input type="text"/>

Figure 14. Ambiente professor: Tela cadastro e envio de gatilhos via professor

Ambiente do Aluno

A aplicação *Cliente (Aplicação TP)* por sua vez foi desenvolvida utilizando o *framework* Ionic. Esta tecnologia foi escolhida por possibilitar o desenvolvimento de sistemas multiplataforma (Android, Apple, Windows Phone). Para o desenvolvimento da interface foram considerados como importantes os requisitos: i) Gestão de usuários, de modo a permitir uma interface que possibilite o cadastro e edição dos dados dos usuários envolvidos no estudo de caso; ii) Gestão de notificações, de modo a permitir que o aluno receba gatilhos com dicas e ou conteúdos das disciplinas/horários; iii) Gestão de metas e recompensas, de modo a permitir ao aluno o acompanhamento de atividades a serem desenvolvidas e quais este teve sucesso, instigando- os a realizar as demais atividades; iv) Integração com redes sociais, provendo o acesso a aplicação via rede social (Facebook) conforme mencionado anteriormente.

Durante o desenvolvimento do TutorApp para o estudo de caso, buscou-se compreender e implementar estes requisitos, de modo a potencializar o envolvimento e realização do comportamento alvo por parte dos alunos conforme diretrizes apresentadas em Mota et al. (2016). Considerou-se os mecanismos persuasivos descritos por Cialdini (2002) e os tipos de gatilhos descritos no modelo FBM (Fogg, 2009).

A **Figura 15** apresenta algumas das interfaces desenvolvidas para a aplicação. Nela são mostradas as telas de parametrização, inicialização, login e suporte do sistema.

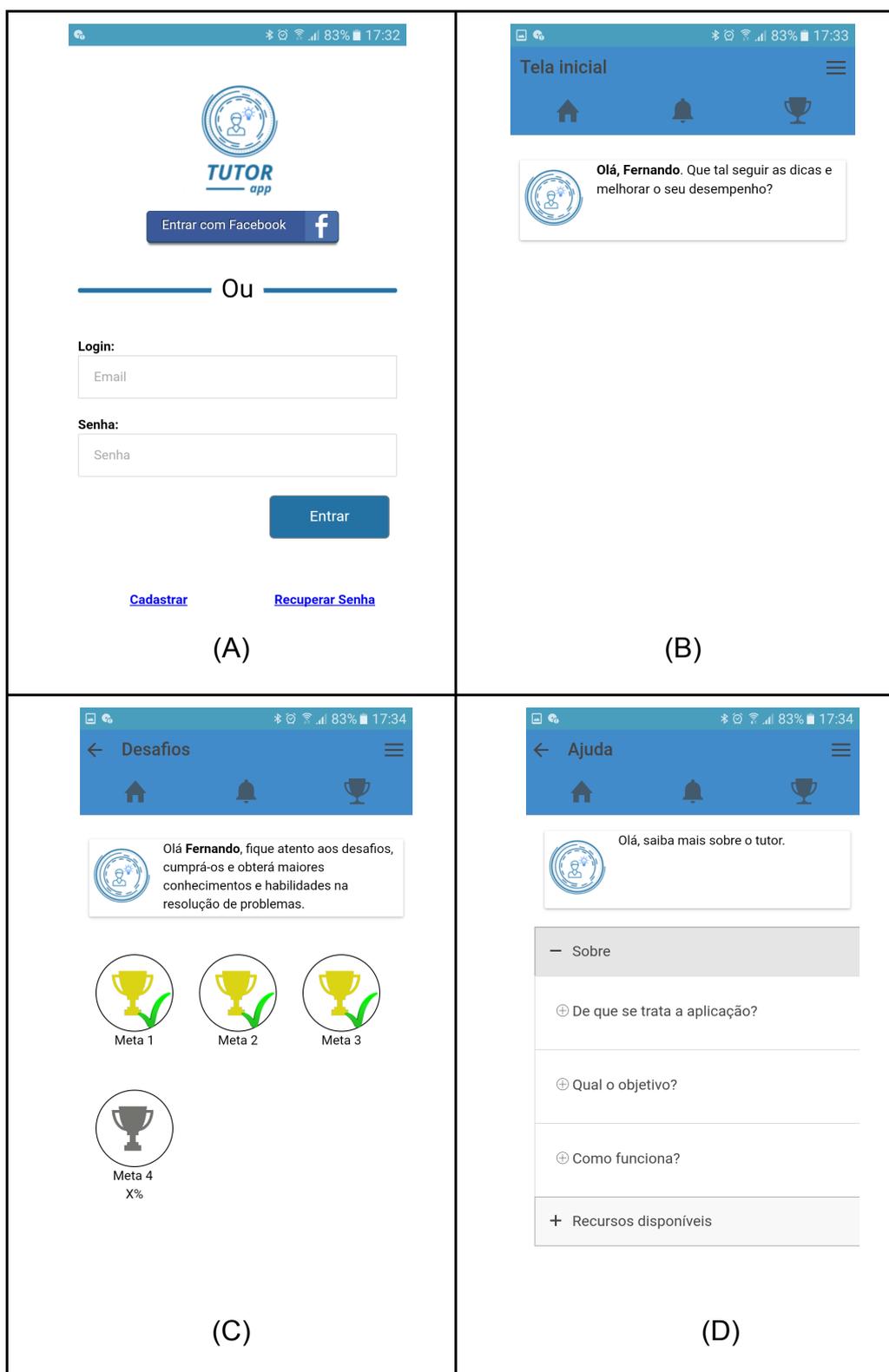


Figura 15 - Interfaces Aplicativo: (A) Login; (B) Tela Inicial; (C) Metas; (D) Ajuda.

Os gatilhos foram criados conforme a categorização estabelecida na seção 3.1.2.1. Na **Figura 16**, pode ser visualizada a interface com a estrutura padrão para os gatilhos baseados no plano de ensino. Estes gatilhos possibilitam instigações aos alunos durante as etapas de “Investigar Fatos”,

“Gerar Hipóteses” e “Auto Aprendizado” internas a **Definição do Sprint** e **Execução do Sprint**, dispondo a informação de onde algum tema que o aluno necessite desenvolver será explicado por um professor em um dia de uma disciplina específica.



Figura 16 - Exemplos de Gatilhos via Plano de Ensino.

A **Figura 17**, apresenta a interface dos gatilhos utilizados para disparar instigações baseadas no problema registrado. Nestes gatilhos, são disponibilizados links para materiais que possam auxiliar os alunos no entendimento e desenvolvimento do tema do problema e podem ser utilizados nas etapas de “Apresentação do Problema” e “Investigação dos Fatos”, durante a **Definição do Sprint**.

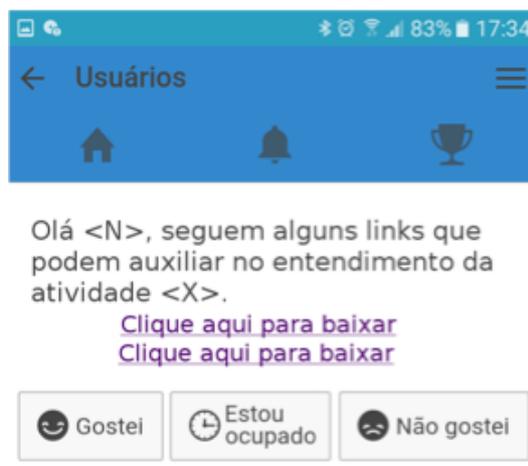


Figura 17 - Exemplos de Gatilhos via Problema.

Para que o professor possa instigar os alunos no momento que ele ache adequado, disparando informações, conteúdos, tarefas, etc. em qualquer etapa do processo PBL, a **Figura 18** apresenta um exemplo da interface para os gatilhos via professor. Estes gatilhos foram criados para possibilitar que os professores possam gerar mensagens personalizadas e dispará-las para um aluno, um grupo ou toda a turma.

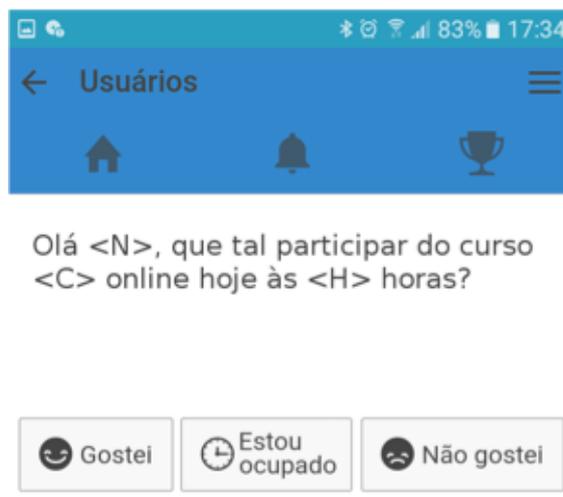


Figura 18 - Exemplos de Gatilhos via Professor.

A **Figura 19** apresenta um exemplo da interface dos gatilhos via GPS. Estes gatilhos foram criados para instigar o aluno, considerando sua localização e a localização de objetos de aprendizado que estão disponíveis próximo a eles, e podem ser utilizados durante as etapas de “Investigar Fatos”, “Gerar Hipóteses” e “Auto Aprendizado” internas a **Definição do Sprint** e **Execução do Sprint**.

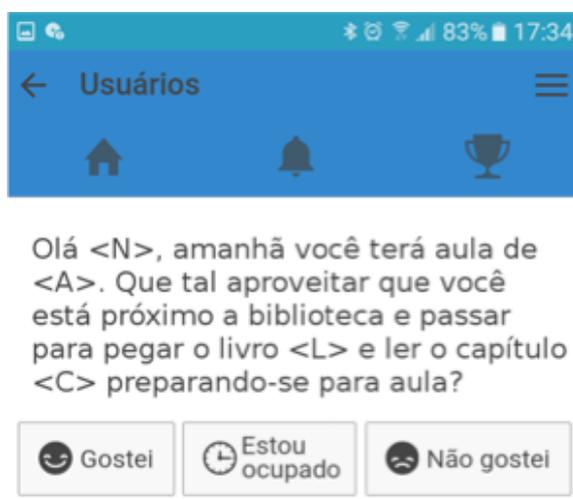


Figura 19 - Exemplos de Gatilhos via GPS.

Complementando as informações sobre as interfaces apresentadas, é importante salientar que em todas têm-se uma barra inferior contendo 3 botões relacionados ao feedback do aluno. É baseado na escolha de uma opção dentre estes botões (“Gostei”, “Estou Ocupado” e “Não gostei”) e no tempo de resposta que esta escolha utiliza, que o sistema consegue mensurar o grau de motivação do aluno referente ao uso do gatilho, e a partir disso, escolher o momento e o tipo do próximo gatilho a ser disparado.

4.3 Estudo de Caso 2 - FURG

Para este estudo de caso, devido ao fato da FURG ainda não ter um processo institucionalizado para a promoção da PBL nas suas disciplinas da computação, utilizamos o modelo desenvolvido pela UNIPAMPA, e explicado na seção 4.2, para gerenciar um sprint de trabalho que proporcionasse a utilização e avaliação do TutorApp, com as evoluções apresentadas a seguir.

4.3.1 O Aplicativo TutorApp para o estudo de caso FURG

Para este estudo, a aplicação *TutorApp* foi evoluída com base em algumas observações realizadas durante e após o primeiro estudo de caso.

Em suma, a evolução do *TutorApp* foi feita para incluirmos a estrutura do Quadro Branco apresentada por Hmelo-Silver (2004) ao aplicativo. Esta nova funcionalidade, possibilitou que os disparos dos gatilhos fossem planejados para serem efetuados no momento adequado de cada etapa do processo PBL, além de ter possibilitado o disparo individualizado de objetos de aprendizado, no momento propício para cada aluno participante do estudo.

Ambiente do Professor

Para este segundo estudo de caso, na funcionalidade de cadastro do desafio (**Figura 15c**), foi agregada a possibilidade de cadastro de disparo de material para o aluno no momento ideal (o momento que ele está envolvido com um tema em específico, em uma fase específica). Este disparo será executado com base na interação do aluno com o Quadro Branco (Figura 21), através de uma análise de similaridade com as palavras-chave cadastradas no desafio.

Na **Figura 20**, é apresentada a interface do Quadro Branco, utilizada pelo professor para o acompanhamento das discussões efetuadas pelos alunos durante a execução das atividades. Este recurso auxiliará o professor na percepção do aluno, no que diz respeito às dificuldades enfrentadas por

estes. Os dados providos desta área poderão contribuir para apoiar o professor na elaboração de atividades futuras.

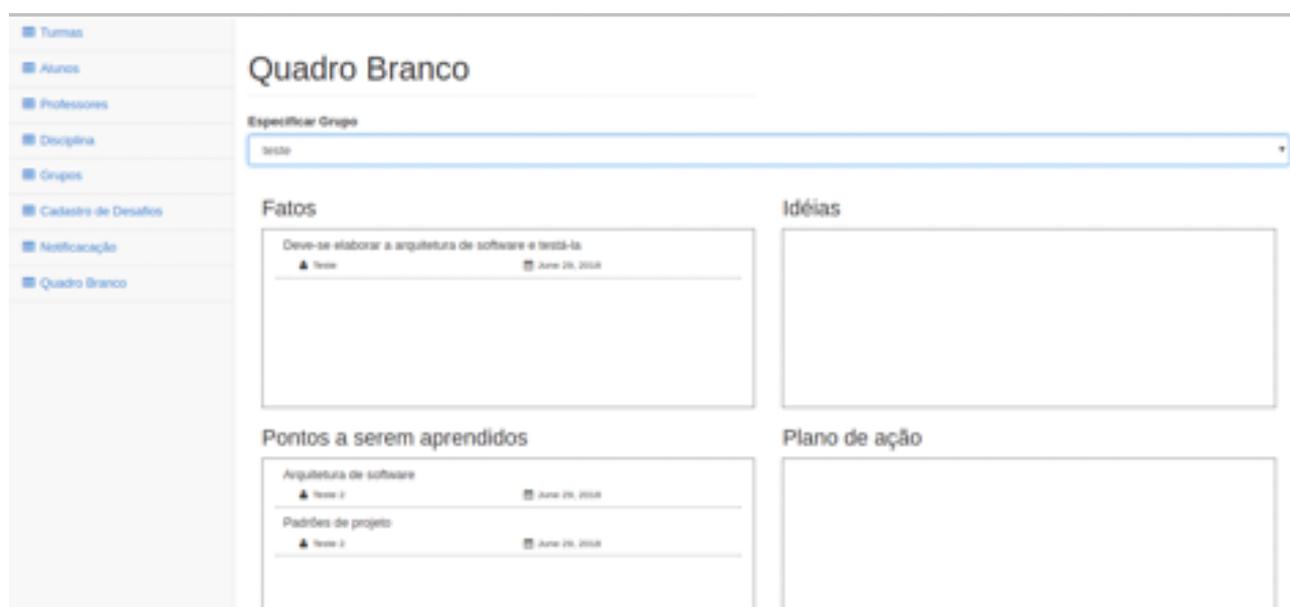


Figure 20. Ambiente professor: Quadro Branco.

Ambiente do Aluno

Neste segundo estudo de caso, o ambiente do aluno foi evoluído com o intuito de favorecer a cooperação entre os alunos e interatividade aluno–desafio, aluno–professor.

Dado o cadastro de um desafio por parte do professor, a interface Quadro Branco (**Figura 21**) por sua vez, oferece ao aluno uma forma de pensar e interagir com os demais (do seu grupo) através do problema e solucioná-lo por meio de uma sequência definida: *i) cadastro de fatos*: informações a respeito do problema; *ii) cadastro de idéias*: possíveis soluções para resolver o problema; *iii) cadastro de pontos de aprendizagem*: levantar questões de aprendizagem (pontos que precisam ser aprendidos) e; *iv) plano de ação*: tudo aquilo que o leve à solução do problema.



Figura 21. Ambiente aluno: Quadro Branco.

A medida que o aluno for cadastrando itens no Quadro Branco, por meio de uma análise de similaridade (grau de semelhança) entre o item cadastrado pelo aluno (palavras digitadas) e o material (palavras-chave cadastradas) de apoio fornecido pelo professor, o sistema pode indicar um material adequado por meio de uma notificação (**Figura 22**).

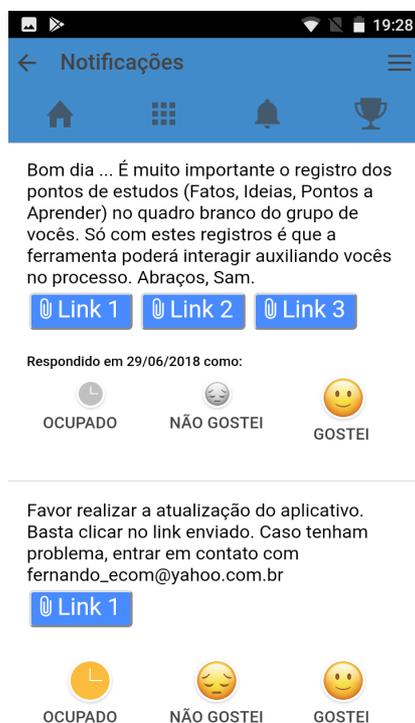


Figura 22 - Notificação com Objeto de Aprendizagem.

O próximo capítulo apresentará os resultados dos estudos de caso realizados, explicando os modelos utilizados para a medição quantitativa em cada estudo de caso, UNIPAMPA (5.1.1) e FURG (5.2.1), e a forma como expressamos qualitativamente a avaliação do experimento, UNIPAMPA (5.1.2) e FURG (5.2.2). Complementando, nas seções 5.1.3 e 5.2.3, serão apresentadas as discussões pertinentes a estes experimentos realizados.

Capítulo 5

Resultados e Discussões

A validação da pesquisa está baseada em uma abordagem quali-quantitativa, que segundo Amaratunga et al. (2002) apresenta um potencial muito forte com o uso conjunto de técnicas qualitativas e quantitativas durante o estudo do fator desejado. Este uso conjunto, possibilita obter compreensões e resultados, ajudando a fazer inferências e tirar conclusões através da confirmação do que cada método apresenta e da corroboração entre si.

Para a análise quantitativa foram utilizados indicadores pré-determinados, apresentados nas seções 5.1.1 e 5.2.1, cujo objetivo foi proporcionar de forma numérica a análise dos dados de motivação dos alunos. Já a análise qualitativa, que refere-se a um procedimento mais intuitivo, mais maleável e mais adaptável a índices não previstos, é apresentada nas seções 5.1.2 e 5.2.2, e foi realizada através de técnica do Discurso Sujeito Coletivo com os alunos participantes do experimento.

5.1 Resultados do Estudo de Caso 1 - UNIPAMPA

5.1.1 Medição quantitativa das respostas aos gatilhos

De modo a validar quantitativamente o estudo, durante a execução do experimento, foi realizado o monitoramento das variáveis de motivação dos alunos no decorrer da interação com a mídia desenvolvida. Para tanto, foi feita a integração do TutorApp com o *framework* proposto por Tôledo (2017) (**Figura 23**). Esta ferramenta consiste na utilização de *Lógica Fuzzy* transformando a observação de variáveis sistêmicas em informação linguística associadas às características, no caso do estudo, de motivação.

O *framework* está estruturado em três módulos:

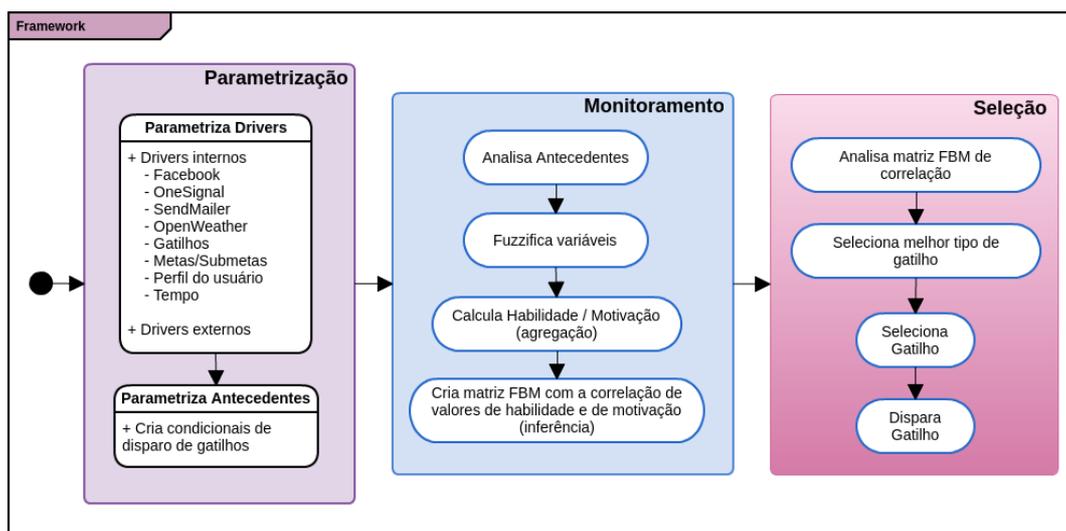


Figura 23 – Framework com Lógica Fuzzy (Tôledo, 2017)

Módulo Parametrização: fornece ao *framework* o controle de variáveis de entrada relacionadas ao comportamento desejado (sejam elas internas ou externas providas da aplicação cliente), bem como o gerenciamento de condicionais (regras) que determinam o disparo de gatilhos. Neste módulo são executadas duas ações principais: i) *gerenciamento de drivers*; e ii) *gerenciamento de antecedentes*. Neste estudo, drivers foram considerados como um conjunto de tabelas contendo informações de variáveis internas pré-definidas (que implementam funcionalidades específicas de modo a permitir a percepção do usuário) e externas (providas de sistemas externos que atuam no comportamento do usuário) utilizadas para aferição dos níveis de motivação. Baseado nesta definição, inicialmente foi especificado um sub módulo denominado “*Drivers*”. Já os antecedentes serão considerados como conjuntos que agrupam variáveis e condicionais (verdadeiro ou falso), consideradas importantes para a percepção do usuário.

Módulo Monitoramento: concede a execução regular do disparo de gatilhos ao decorrer do fluxo temporal a partir de duas ações principais: i) *averiguação da informação dos antecedentes*; ii) *conversão desta informação em níveis de motivação*, utilizando como base a especificação apresentada na seção anterior. No estudo, foram admitidas variáveis de *entrada* booleanas e numéricas, sendo parametrizado o conjunto de variáveis relacionadas a aferição de motivação. Abaixo, apresentamos o conjunto de variáveis proposto para a aplicação do estudo:

N variáveis motivacionais $1 < i < N$

A partir do conjunto de variáveis, foi realizada a *fuzzificação* das variáveis numéricas e booleanas associadas às diferentes observações de motivação. De modo a fazer o tratamento (obter o grau de pertinência) dessas variáveis (fuzzificação) foram utilizados conjuntos *fuzzy* fixos, apenas parametrizados pelos seus intervalos. Na **Figura 24**, apresentamos os conjuntos *fuzzy* adotados. O eixo x representa os pontos (do tipo função), obtidos por meio das variáveis de entrada. O eixo y por sua vez representa o grau de pertinência (grau de verdade) que pode ser obtido em escalas/variáveis linguísticas (baixo, médio e alto), as quais variam entre 0 e 1, que determina o grau em que um determinado elemento pertence a um conjunto, permitindo uma transição gradual da falsidade (0) para a verdade (1). Conforme a parametrização de valores de máximo e mínimo passados para a variável (Max./Min.), seja ela numérica (valores parametrizados pelo usuário) ou booleana (valores criados automaticamente) o sistema gera automaticamente a função de pertinência representada.

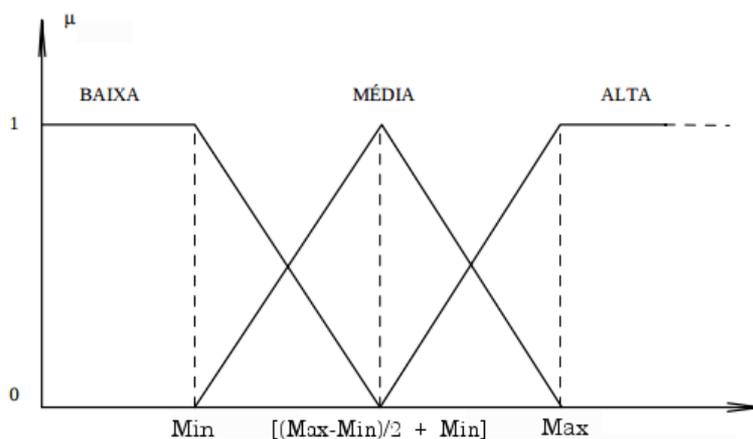


Figura 24 – Conjuntos *Fuzzy* (Tôledo, 2017)

Sendo obtidos os valores de pertinência destas variáveis, será efetuada a agregação das diferentes percepções de motivação. Nesta etapa, denominada agregação, considera-se o operador OU – modelado através de normas-T do tipo *max*.

Módulo “Seleção”: realiza a escolha personalizada do gatilho a ser enviado ao usuário, sendo o gatilho definido pela programação prévia do professor no momento de sua criação. Tendo em vista sua não utilização, optamos por aqui não desenvolvermos maiores explicações sobre a “Seleção”.

Na **tabela 3** apresentamos a parametrização realizada para cada uma das variáveis de modo a efetuar a aferição dos níveis de motivação dos alunos.

Na primeira coluna da tabela são listadas as variáveis, seguidas da sua tipologia e parametrização do range de atuação e relação de proporcionalidade de modo a calcular corretamente os níveis de pertinência das variáveis: (i) diretamente: mínimo representa baixa motivação; (ii) inversamente: mínimo representa maior nível de motivação.

Tabela 3 - Variáveis relacionadas a aferição dos níveis de motivação do Estudo de Caso UNIPAMPA.

Variável	Tipo	Calibração fuzzy motivação/ relação de proporcionalidade
Login no sistema	boolean	Min: 20 Max: 100 Relação: diretamente
Percentual de atividades realizadas no tempo proposto (percentual)	numérico	Min: 45 Max: 80 Relação: diretamente
Assiduidade 7 dias	numérico	Min: 1 Max: 3 Relação: diretamente
Tempo (minutos) resposta ultimo gatilho	numérico	Min: 2 Max: 5 Relação: inversamente
Média de gatilhos respondidos com até 2 minutos (percentual)	numérico	Min: 40 Max: 70 Relação: diretamente
Percentual de respostas a carinhas felizes	numérico	Min: 20 Max: 100 Relação: diretamente
Percentual de respostas a	numérico	Min: 20

carinha triste		Max: 100 Relação: inversamente
Percentual de respostas com a carinha ocupado	numérico	Min: 20 Max: 100 Relação: inversamente

Neste experimento, utilizamos estas variáveis para acompanhar e calcular a medição da motivação do aluno durante o disparo 6 gatilhos/*triggers* aos envolvidos no estudo. A seguir estes 6 gatilhos são apresentados:

- Trigger 1 - Etapa de utilização "**Apresentar o Problema**": foi utilizado gatilho *via professor* para o disparo, de forma geral a toda turma, de informações sobre o problema;
- Trigger 2 - Etapa "**Identificar Fatos**": foi utilizado gatilho *via problema* para disparar conteúdos básicos relacionados ao tema do problema, sempre que o aluno acessa no aplicativo a área destinada ao problema;
- Trigger 3 - Etapa "**Identificar Fatos**": foi utilizado gatilho *via pesquisa do aluno* para disparar conteúdos básicos relacionados ao tema do problema, de modo individualizado, detectado pela procura do aluno ao professor, por meio de chats de conversa (messenger e whatsapp), email e mensagens do moodle da disciplina;
- Trigger 4 - Etapa "**Gerar Hipóteses**" e "**Identificar Deficiências**": foram utilizados gatilhos *via professor* para lançar perguntas que instigaram os alunos a refletir sobre as possíveis soluções para o problema e suas deficiências de conhecimento destas;
- Trigger 5 - Etapa "**Auto Aprendizagem**": foi utilizado gatilho *via pesquisa do aluno* para o disparo de material individualizado a quem buscava conhecimentos específicos para seu aprendizado. Esta necessidade foi detectada pela procura do aluno ao professor, por meio de chats de conversa (messenger e whatsapp), email e mensagens do moodle da disciplina;
- Trigger 6 - Etapa "**Aplicar Novos Conceitos**": foi utilizado o gatilho *via professor* para instigar os alunos a aplicarem o conhecimento adquirido até esta fase do processo, em outros pontos do problema que ainda necessitavam de solução.

Baseado na realização e acompanhamento do estudo de caso relatado na

seção 4.2 (logs com a utilização de todos alunos, no Anexo II), apresentamos a seguir, os gráficos 1, 2, 3 e 4, que representam os quatro diferentes perfis de variações da motivação capturados durante a execução do estudo. Estes gráficos explicitam o grau da característica motivação dos alunos, com suas tendências para *baixa*, *média* e *alta motivação*, capturados durante o transcorrer do disparo de 6 gatilhos apresentados anteriormente.

O gráfico 1 apresenta a evolução da motivação do perfil do aluno tipo A, onde podemos ver que, ao ponto que seus indicadores de *baixa motivação* (grande diminuição) e *média motivação* (diminuição mais amena) vão diminuindo de valor, seu indicador de *alta motivação* vai aumentando, conforme o número de disparo de gatilhos.

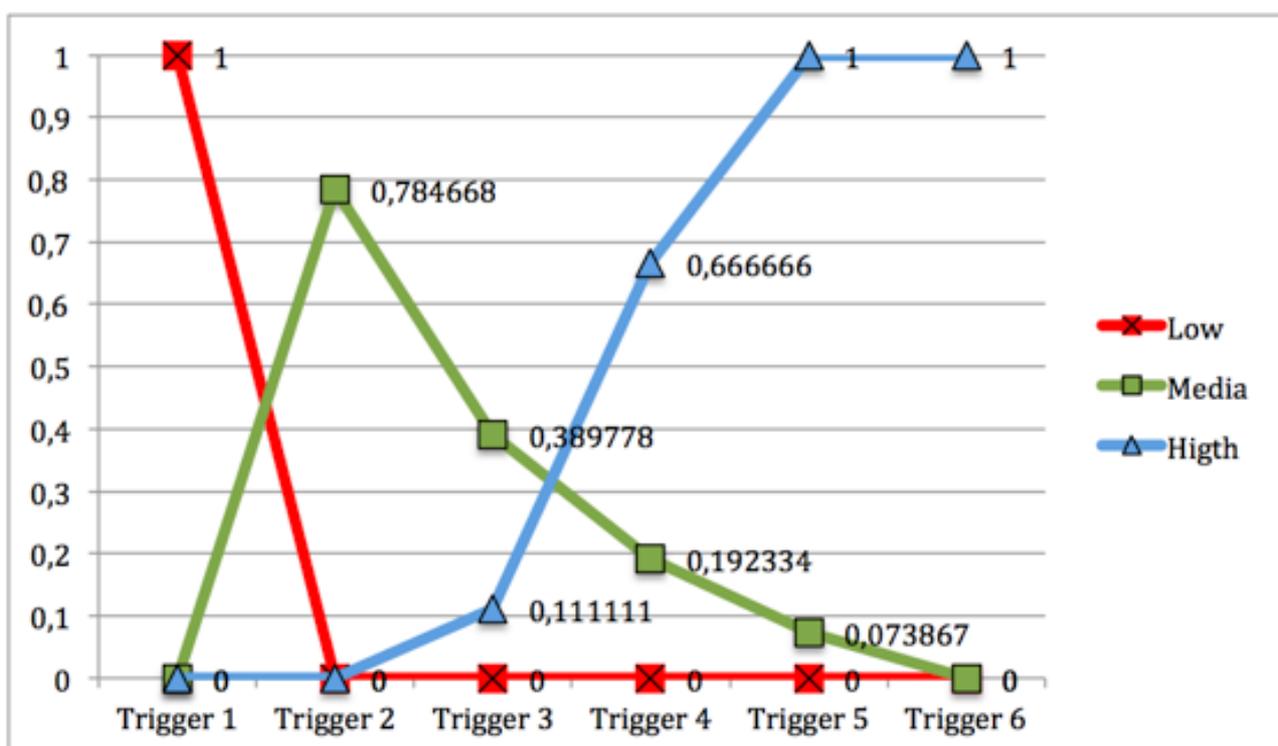


Gráfico 1 – Evolução dos níveis de motivação do Aluno A

O gráfico 2 apresenta a evolução da motivação do perfil do aluno tipo B, onde podemos ver a ocorrência de uma queda seguida de estabilização em valor “zero” de seus indicadores de *baixa motivação* e *média motivação*, e uma queda seguida de um aumento constante de seu indicador de *alta motivação*, até o mesmo alcançar e se manter no maior valor “um”.

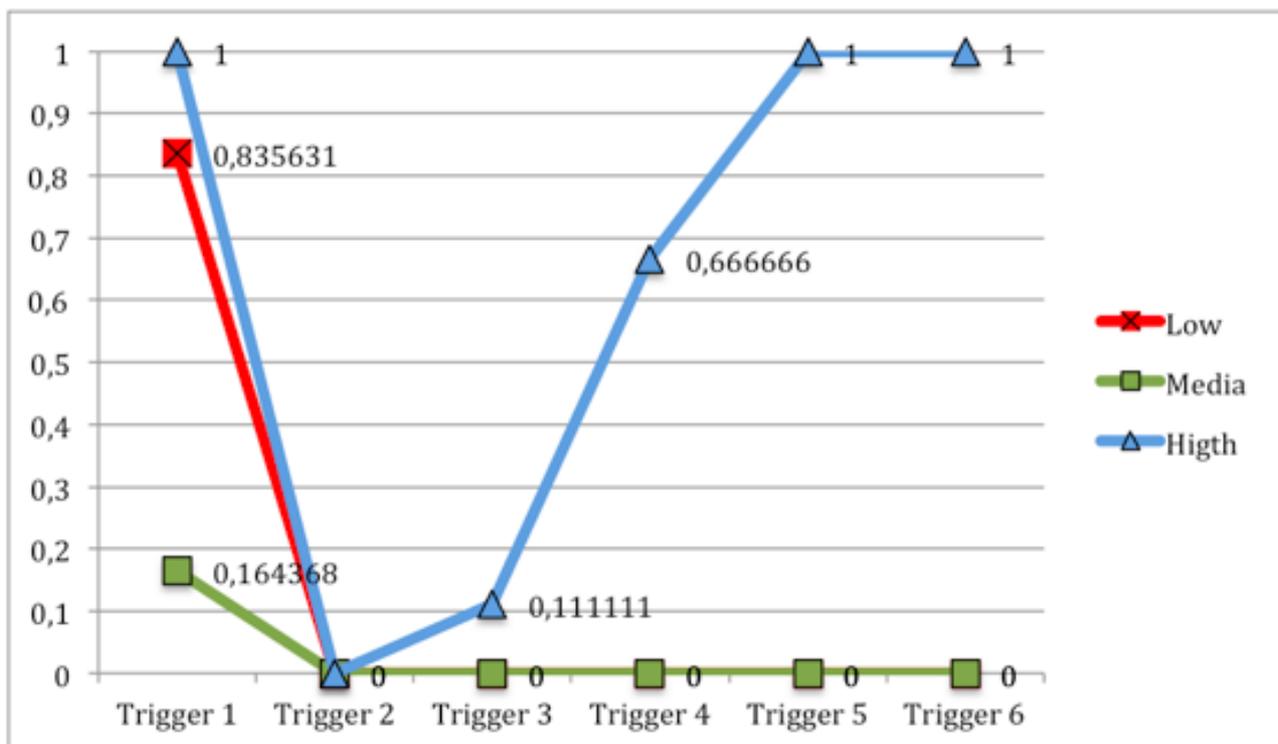


Gráfico 2 – Evolução dos níveis de motivação do Aluno B

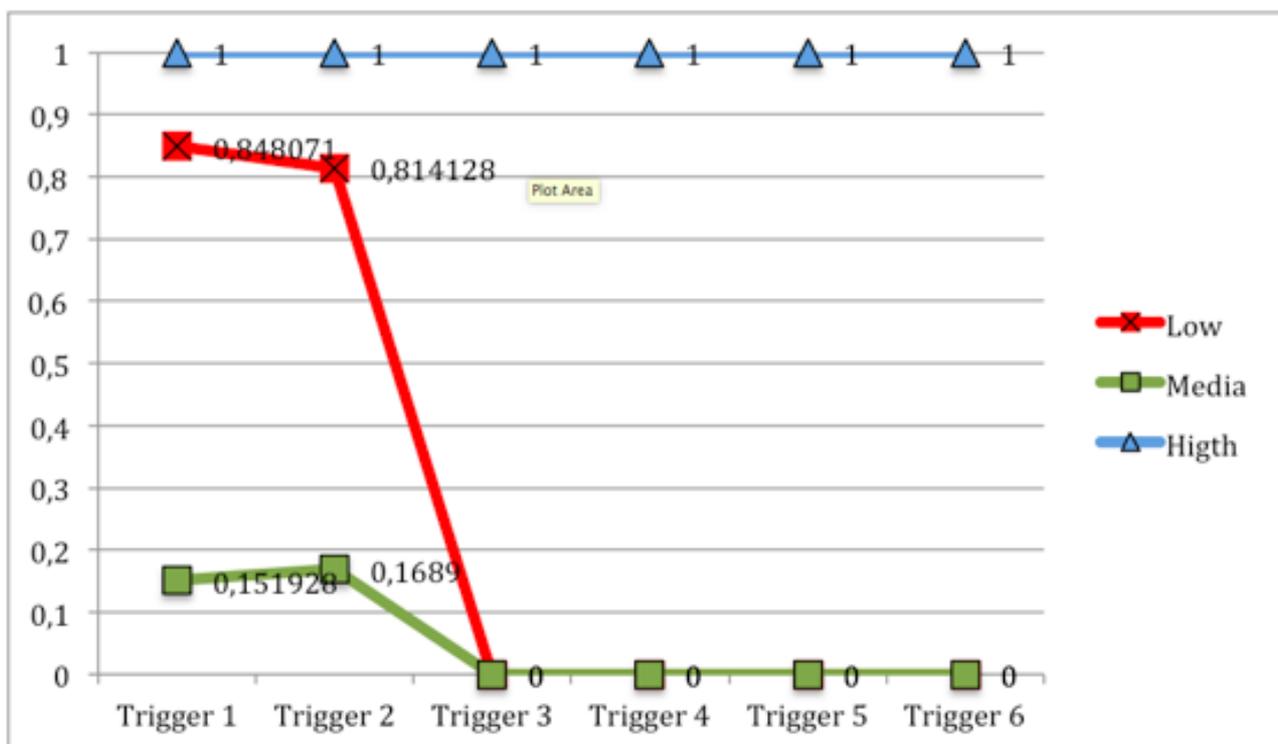


Gráfico 3 – Evolução dos níveis de motivação do Aluno C

O gráfico 3 apresenta a evolução da motivação do perfil de aluno do tipo C, onde podemos ver a ocorrência de uma queda seguida de estabilização em valor “zero” dos indicadores de *baixa motivação* e *média motivação* (similar ao perfil B de aluno), mas que no entanto, em um primeiro momento, mostra uma transição da *baixa motivação* para a *média motivação* (do gatilho "Trigger 1" para o gatilho "Trigger 2"). Quanto ao seu indicador de *alta motivação*, o gráfico apresenta uma estabilidade no valor “um” desde o início dos disparos de gatilhos.

O gráfico 4 apresenta a evolução da motivação do perfil D de aluno, onde podemos ver seu indicador de *baixa motivação* com estabilidade no valor “um” desde o início dos disparos de gatilhos. Durante o experimento, este perfil apresenta a indicação de *média motivação* estabilizada no valor “zero” e por fim, o valor de *alta motivação* iniciando em "zero" durante o disparo dos gatilhos "Trigger 1" e "Trigger 2", iniciando a aumentar seu valor durante os gatilhos "Trigger 3" e "Trigger 4", e estabilizando em "um" a partir do gatilho "Trigger 5", se mantendo neste valor até o fim do experimento.

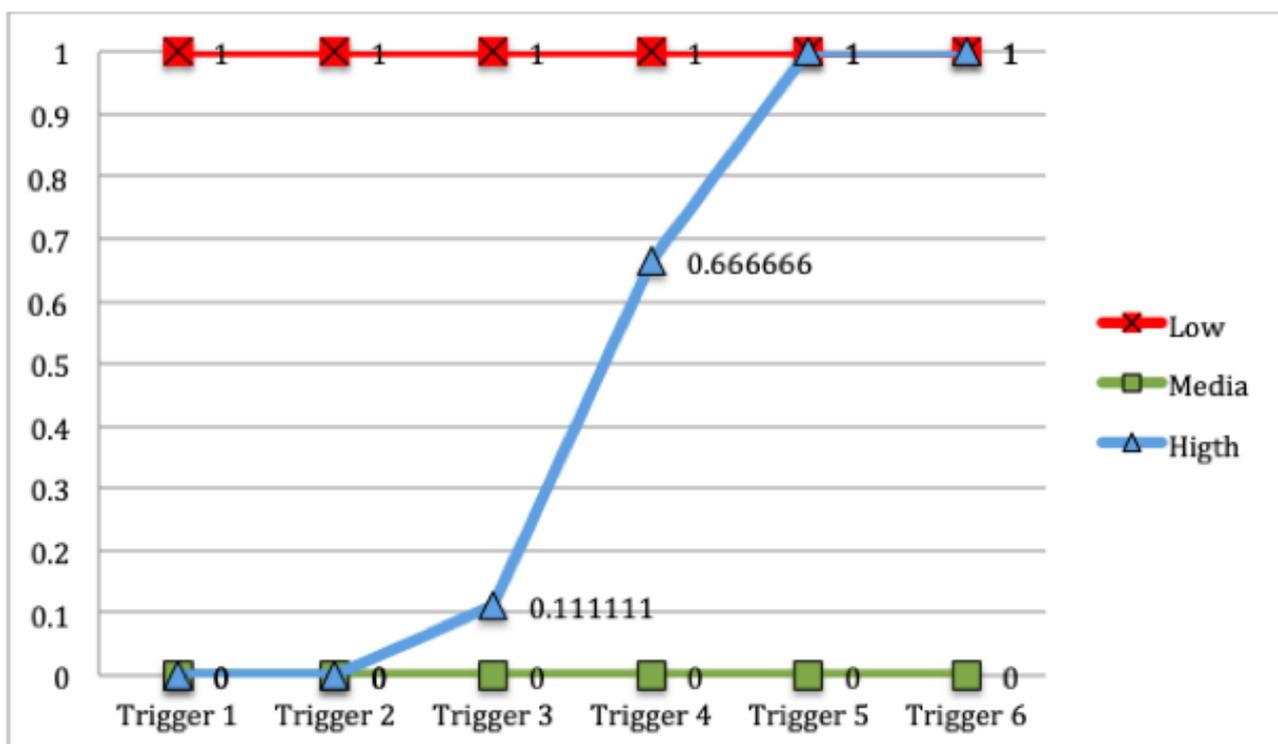


Gráfico 4 – Evolução dos níveis de motivação do Aluno D

5.1.2 Análise qualitativa do uso da Tecnologia Persuasiva Ubíqua

O DSC (Discurso do Sujeito Coletivo) é uma técnica capaz de fazer a organização das opiniões os alunos e dos professores recolhidas durante o estudo, se utilizando da categorização de trechos do discurso de cada

indivíduo observado/entrevistado para a criação de uma ideia que represente a opinião do grupo como um sujeito único.

Segundo Lefèvre e Lefèvre (2009), o DSC é ao mesmo tempo quantitativo e qualitativo; quantitativo e uno pela via da categoria que unifica os depoimentos e qualitativo e diverso pelo conteúdos dos diferentes depoimentos que veiculam um sentido semelhante.

A ideia desta técnica é executar a pesquisa através de perguntas que possam coletar as informações que se objetiva saber, e de posse das respostas em textos, analisar o material para extrair as Ideias Centrais e Ancoragens e suas respectivas Expressões Chave. A partir deste destaque, o próximo passo é agrupar as Ideias Centrais e Expressões Chave similares em seu sentido e constituir um ou mais Discursos do Sujeito Coletivo.

Neste trabalho, uma pergunta relacionada ao acréscimo motivacional proporcionado pelo uso da Tecnologia Persuasiva Ubíqua proposta foi realizada para a investigação junto aos alunos (Anexo I). A seguir o DSC das turmas de Resolução de Problemas II e VI, para a pergunta **"Como você analisa que a tecnologia utilizada pelo aplicativo, motivou e auxiliou você durante o processo de aprendizagem trabalhado na disciplina de Resolução de Problemas ?"**, é apresentado.

DSC de Resolução de Problemas II - *"Pude ver que no app recebíamos alguns links e algumas referências de artigos/tutoriais e, mesmo que os links passados estavam tendo que ser digitados para acessá-los, vinham com conteúdos capazes de nos ajudar nos problemas que temos de resolver durante a disciplina. Para quem ainda não sabia foi muito útil. Algumas coisas que foram recebidas nas notificações eu já sabia e por isso esperava ter acesso a tutoriais mais avançados, e nesses momentos, vejo que ajudou parcialmente. Algumas das notificações acabaram aparecendo em momentos onde eu sempre estava ocupado e, infelizmente, quando marcava para ver depois, eu não podia mais avaliar. Achei ótima a proposta do app. Mesmo tendo alguns bugs, a tecnologia acabou ajudando em momentos de dificuldade e fez com que eu estudasse em horas que eu normalmente não estudo, fazendo com que eu ampliasse meus conhecimentos."*

DSC de Resolução de Problemas VI - *"Foi muito interessante esta forma de obter estímulo para a busca de aprendizagem. Com a chegada de cada notificação, eu me motivava para continuar com os trabalhos da disciplina e buscar mais informações, o que dava produtividade nos meus estudos. Quanto aos materiais que foram indicados pelo aplicativo, foram de grande valia. Algumas vezes o conteúdo da informação poderia ser mais específico,*

mas no geral ele apresentava dicas dos conteúdos que eu estava tendo dificuldades em encontrar para estudar, sugerindo conteúdo com informações que chegaram no momento certo, como quando me auxiliou informando um conteúdo sobre a área de qualidade, que estava relacionado a minha necessidade. O aplicativo foi de grande ajuda e analiso como uma boa tecnologia. Penso que seja uma boa verificar o tempo entre a distribuição de materiais, visto que em alguns momentos, as sugestões poderiam ter sido sugeridas dias antes. Outro ponto que indico revisar é a forma de como as dicas são apresentadas, pois a aplicação não roda em segundo plano e os links divulgados não podiam ser abertos diretamente pelo aplicativo, sendo necessário copiar caractere a caractere do link no navegador, o que não é tão motivador. A maioria das sugestões do aplicativo foram bem aproveitadas. A tecnologia me ajudou a lembrar de tarefas de modo que quando eu recebia as notificações, lembrava do trabalho a ser feito e já me antecipava ao mesmo. A tecnologia me motivou a realizar o trabalho, buscar o conhecimento sobre minha área de interesse e ir além do material fornecido pelo mesmo."

A partir dos resultados quantitativos e qualitativos, apresentados respectivamente em 5.1.1 e aqui (5.1.2), a próxima seção apresenta as discussões originadas destes resultados, tendo como pano de fundo os objetivos da pesquisa traçados na introdução.

5.1.3 Discussões do Estudo de Caso 1 - UNIPAMPA

Nesta etapa de discussão do estudo de caso realizado, vale retomar o objetivo norteador desta pesquisa e lembrar que os esforços foram destinados a investigar "**Como podemos potencializar a utilidade da Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL), a partir da proposta de uma Tecnologia Persuasiva Ubíqua?**". Para isso, os fatores *Motivação*, *Reflexão*, *Cooperação* e *Suporte Just-in-Time*, definidos por Hmelo-Silver (2004) e investigados no capítulo 2 como grandes desafios apontados dentro da PBL, foram analisados sob a visão dos resultados apresentados nas seções 5.1.1 e 5.1.2, e relatados a seguir:

- **MOTIVAÇÃO**

A motivação é um dos principais fatores para o sucesso no processo de aprendizagem do aluno, bem como um dos maiores objetivos que busca-se alcançar com a prática da PBL.

Tendo este fator como base, considera-se que a proposta desta tese alcançou o objetivo de motivar o aluno, visto os trechos dos discursos dos alunos a seguir: "(...) *Foi muito interessante esta forma de obter estímulo para a busca de aprendizagem (...)*"; "(...) *Com a chegada de*

cada notificação, eu me motivava para continuar com os trabalhos da disciplina e buscar mais informações (...)"; e *"(...) fez com que eu estudasse em horas que eu normalmente não estudo (...)"*. Corroborando com estas evidências de opiniões dos alunos, os gráficos sobre a variação da motivação durante o estudo apontam para uma tendência constante de *alta motivação*, visto que em todos perfis acabaram com a *alta motivação* tendendo a "um", enquanto na maioria deles a *média* e a *baixa motivação* acabaram tendendo a "zero" (exceto a *baixa motivação* no perfil D).

- **REFLEXÃO**

Desenvolver o pensamento reflexivo, que proporcione ao aluno a capacidade de inter-relacionar conteúdos (Souza e Dourado, 2015), não deixando que a informação seja aprendida isoladamente, também é um fator de desafio para a PBL (Hmelo-Silver, 2004).

Neste estudo de caso, identificamos que esta prática foi proporcionada e este objetivo alcançado, visto que os gatilhos "Trigger 4" e "Trigger 6" foram utilizados com o intuito de promover a reflexão dos alunos quanto aos temas abordados no problema. Colaborando com esta evidência, identificamos também trechos do discurso dos alunos como, *"(...) fazendo com que eu ampliasse meus conhecimentos (...)"*, *"(...) vinham com conteúdos capazes de nos ajudar nos problemas que temos de resolver durante a disciplina (...)"*, *"(...) materiais que foram indicados pelo aplicativo, foram de grande valia (...)"* e *"(...) dava produtividade nos meus estudos (...)"*, que indicam a influência que a aplicação conseguiu alcançar em seu processo de aprendizado.

- **SUPORTE JUST-IN-TIME**

Durante o estudo da PBL apresentado no capítulo 2, identificamos também que o suporte Just-in-Time é extremamente importante para o sucesso da metodologia (Hmelo-Silver, 2004), uma vez que fornecer instruções no momento em que o aluno às necessita é benéfico e extremamente importante para que o processo de aprendizagem seja bem sucedido.

Neste ponto, notamos através do experimento, a efetividade da proposta em possibilitar este suporte. Os gatilhos "Trigger 2", "Trigger 3" e "Trigger 5" proporcionaram disparos de conteúdos, sempre que os alunos mostravam a necessidade de um determinado conhecimento ou instrução. Os trechos *"(...) a tecnologia acabou ajudando em momentos de dificuldade (...)"* e *"(...) no geral ele apresentava dicas dos conteúdos que eu estava tendo dificuldades em encontrar para estudar, sugerindo conteúdo com informações que chegaram no momento certo, como quando me auxiliou informando um conteúdo"*

sobre a área de qualidade, que estava relacionado a minha necessidade (...)", demonstram evidências de que este suporte ocorreu de forma efetiva, auxiliando o aluno e potencializando seu processo de auto aprendizado.

Também durante a análise dos resultados apresentados neste estudo de caso, apesar da opinião geral sobre a tecnologia ter sido positiva, "*(...) Achei ótima a proposta do app (...)*" e "*(...) O aplicativo foi de grande ajuda e analiso como uma boa tecnologia (...)*", notamos a falta de evidências relacionadas a instigação para a prática de cooperação e também identificamos algumas críticas da ferramenta proposta, em opiniões como:

- **PERSONALIZAÇÃO DO CONTEÚDO**

Notamos através dos trechos de depoimento dos alunos, "*(...) Algumas vezes o conteúdo da informação poderia ser mais específico (...)*" e "*(...) Algumas coisas que foram recebidas nas notificações eu já sabia (...)*", que uma evolução da ferramenta para melhor possibilitar a personalização dos materiais enviados, quanto ao seus níveis (básicos e avançados) de aprofundamento nos conteúdos, era necessária.

- **MOMENTOS DOS DISPAROS**

Durante o estudo, com os trechos "*(...) verificar o tempo entre a distribuição de materiais (...)*", "*(...) Algumas das notificações acabaram aparecendo em momentos onde eu sempre estava ocupado (...)*" e "*(...) em alguns momentos, as sugestões poderiam ter sido sugeridas dias antes (...)*", também podemos notar a necessidade de calibrar melhor os disparos dos gatilhos, para que o momento que estes chegam aos alunos, sejam melhor alcançados.

- **BUGS DA FERRAMENTA**

Por fim, com os alertas detectados nos trechos "*(...) links divulgados não podiam ser abertos diretamente (...)*" e "*(...) links passados estavam tendo que ser digitados para acessá-los (...)*", podemos identificar bugs que a ferramenta apresentava e que deveriam ser corrigidos.

Após este estudo de caso (UNIPAMPA), as análises feitas nesta seção foram utilizadas para evoluir a ferramenta que valida a proposta. Um novo estudo de caso (FURG) foi proposto e seus resultados, bem como discussões pertinentes a ele, são apresentados na próxima seção.

5.2 Resultados do Estudo de Caso 2 - FURG

Ao final da análise realizada no Estudo de Caso 1 (seção 5.1), podemos notar que o modelo de medição quantitativa utilizado, apesar de ter contribuído para medirmos a motivação do grupo de alunos pertencentes ao estudo, ainda deixou lacunas quanto ao exato ganho de motivação dos mesmos. Ocorrências como a do perfil D de aluno, onde a *baixa motivação* e a *alta motivação* tendem simultaneamente, gatilhos ("Trigger 5" e "Trigger 6"), a "um", nos mostraram a necessidade de um método mais preciso para esta medição.

Sendo assim, para este segundo estudo de caso, utilizamos o modelo proposto por Mota (2018) para medição do grau de motivação dos alunos participantes do experimento. Na próxima seção, este modelo é explicado e os resultados produzidos por ele expressos em gráficos. Na sequência do capítulo, a seção 5.2.2 apresenta o DSC deste experimento e a seção 5.2.3 as discussões pertinentes a ele.

5.2.1 Medição quantitativa das respostas aos gatilhos

Modelo Ubíquo para Sistemas Persuasivos para Mudança Comportamental (MUSPMC)

O Modelo Ubíquo para Sistemas Persuasivos para Mudança Comportamental (MUSPMC) (Mota, 2018), categoriza a motivação em três tipos: motivação intrínseca, extrínseca e falta de motivação. Estes tipos de motivação podem ser ordenados ao longo de um *continuum* que varia entre níveis mais baixos (Falta de Motivação) à níveis mais altos de autodeterminação (Motivação Intrínseca). O modelo trabalha apenas com o nível situacional, ou seja, contempla o tratamento das experiências motivacionais individuais, enquanto a pessoa está envolvida em uma determinada tarefa.

O modelo propõe, medir a motivação situacional dos indivíduos por meio de uma escala Fuzzy baseada em três fatores: (i) *competência*, que diz respeito a capacidade de interagir, se engajar e manipular o meio ambiente de forma eficaz. A mesma pode ser obtida por meio de análise das variações de nível da atividade e da frequência na tarefa, da interação com o ambiente e do *feedback*; (ii) *autonomia*, que corresponde a liberdade de escolha entre várias ações de acordo com o desejo do indivíduo em se envolver em atividades de sua própria escolha. A mesma pode ser obtida por meio da análise das variações de *feedback*, *self-monitoring*, da opção de escolha, do tempo e do engajamento na atividade; e (iii) afinidade, que refere-se às ligações interpessoais e vínculos desenvolvidos entre indivíduos. A mesma pode ser obtida por meio da análise das variações das redes sociais, do *feedback* e do *self-monitoring*.

O modelo MUSPMC, **Figura 25**, é organizado em sete camadas (A/B/C/D/E/F/G): (i) Camada A, na qual estão agrupados os Fatores Situacionais Ubíquos disponíveis no ambiente social, podendo ser humanos e não humanos; (ii) Camada B, a qual utiliza o *Dynamic Computational Model of Motivation* – DCMM (Chame et al,2018) para avaliar as consequências da motivação em diferentes tipos e níveis. Neste modelo, os mediadores podem ser vistos como auto-percepções do indivíduo sobre suas necessidades básicas que precisam ser satisfeitas (autonomia - liberdade para escolher o curso de sua ação, competência - interação com o ambiente e afinidade - sentimento de conexão com os demais indivíduos); (iii) Camada C, que consiste na especificação do nível situacional; (iv) Camada D, que avalia o tipo de motivação situacional e os fatores situacionais; (v) Camada E, que comunica os gatilhos de motivação e habilidade; (vi) Camada F, responsável por enviar gatilhos e pelas observações das ações do usuário no ambiente; e (vii) Camada G, responsável pela observação do usuário após o recebimento do gatilho.

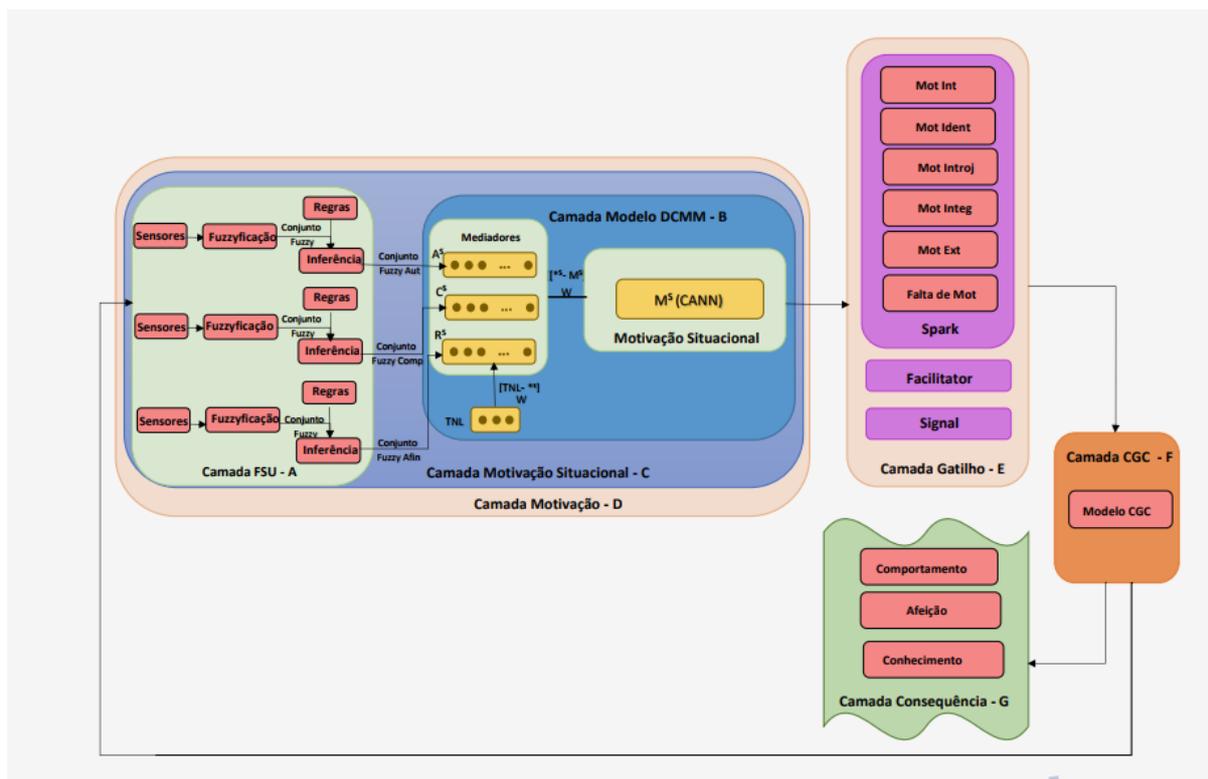


Figura 25: Modelo Ubíquo para Sistemas Persuasivos para Mudança Comportamental (MUSPMC) (Mota, 2018).

O modelo baseia a transformação dos fatores situacionais de entrada em variáveis linguística *fuzzy* com base em três níveis, conforme é apresentado na equação abaixo:

$$\rho_i = \begin{cases} \text{Baixo} & : \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{(2\pi)}} \cdot e^{-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{v-\mu b}{\sigma}\right)^2} \\ \text{Medio} & : \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{(2\pi)}} \cdot e^{-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{v-\mu m}{\sigma}\right)^2} \\ \text{Alto} & : \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{(2\pi)}} \cdot e^{-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{v-\mu a}{\sigma}\right)^2} \end{cases}$$

Posteriormente a inferência dos níveis motivacionais ocorrem com relação a regras para cada um dos fatores (autonomia, competência e afinidade), conforme pode ser observado na **Figura 26**. Como saída resultante do processo de fuzzificação são utilizados seis níveis para cada uma dos fatores fuzzificados: NB-Negative Big, NM-Negative Medium, NS-Negative Small, PS-Positive Small, PM-Positive Medium e PB-Positive Big. Posteriormente esses níveis são utilizados como entrada do modelo DCMM proposto por Chame et al. (2018).

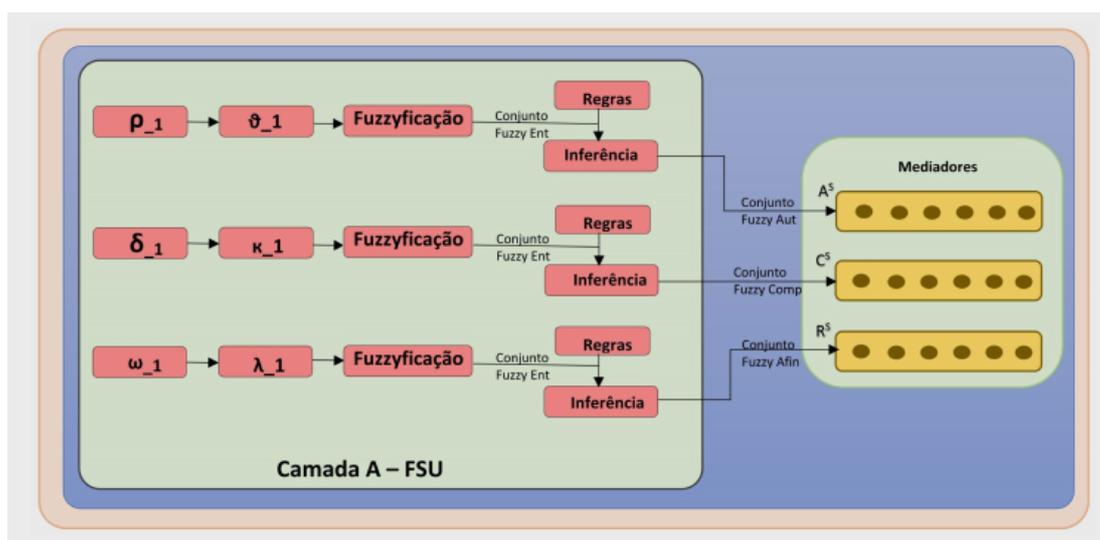


Figura 26: Inferência e fuzzificação de autonomia, competência e afinidade proposta no modelo MUSPMC (Mota, 2018).

O DCMM por sua vez retorna a motivação em seus diferentes tipos e níveis por meio da utilização de uma rede neural de atração contínua (do inglês *Continuous Attractor Neural Network – CANN*).

Aferição de motivação no estudo de caso

Conforme mencionado anteriormente, de modo a aferir-se os níveis motivacionais dos alunos ao decorrer das atividades desenvolvidas durante o

experimento e verificar a eficácia da tecnologia ubíqua no seu processo de aprendizagem, utilizamos o modelo proposto por Mota (2018) para medir cada um dos fatores e determinar a motivação resultante da inferência dos gatilhos. Esta medição foi quantificada conforme os 6 níveis de motivação apresentados em Mota (2018) e detalhados a seguir:

- **Nível 0 - Falta de Motivação:** refere-se à indivíduos que experimentam a ausência de conexão entre o comportamento e os resultados da atividade. Assim, não têm percebem o propósito, expectativa de recompensa ou capacidade de mudar o curso dos acontecimentos.
- **Nível 1 - Regulação Externa:** nível de Motivação Extrínseca que se refere ao comportamento que é regulado por recompensas ou para evitar consequências negativas. Independentemente de saber se a meta de comportamento é para obter recompensas ou para evitar punições, o indivíduo experimenta a obrigação de se comportar de uma maneira específica.
- **Nível 2 - Regulação Introjetada:** é uma forma de Motivação Extrínseca que pode ser definida como um comportamento que é regulado por pressões internas do indivíduo, tais como culpa, ansiedade ou emoções relacionadas à autoestima, auto- controle, ego, recompensa e punição.
- **Nível 3 - Regulação Identificada:** Motivação Extrínseca definida como o comportamento que um indivíduo escolhe realizar em uma determinada atividade, de acordo com seus valores e objetivos.
- **Nível 4 - Regulação Integrada:** estágio da Motivação Extrínseca que pode ser definido como o comportamento que é avaliado e percebido como sendo selecionado por si só, no entanto, ainda é motivação extrínseca porque a atividade é realizada como um meio para um fim.
- **Nível 5 - Motivação Intrínseca:** nível de motivação que pode ser definido como a realização de uma atividade a fim de sentir prazer e satisfação inerentes a ela.

Para a medição destes níveis de motivação em nosso experimento, baseamos nossas análises nas seguintes variáveis de logs do sistema:

1. Interação com gatilhos: realizada em dois níveis. A análise de resposta aos gatilhos, visto que as mesmas podem ser positivas, negativas ou neutras. Esta análise será realizada com base no percentual de respostas em relação ao total de gatilhos enviados ao usuário. E a análise do tempo gasto para se obter a resposta ao gatilho.

2. Interação com quadro branco: análise da participação do aluno quanto a visualização e escrita nos tópicos existentes no quadro branco. Esta análise será realizada com base no número de comentários inseridos em cada uma das 4 áreas do quadro branco. Para as análises foram consideradas apenas 3 destas áreas (ideias, fatos, pontos a serem aprendidos) devido ao tempo de execução do experimento. Atribuiu-se 15% para visualização do quadro do usuário e dos demais grupos, 20% para comentários em cada uma destas áreas e 10% para reincidência de comentários.
3. Assiduidade de uso da aplicação: análise da frequência de acesso dos alunos na aplicação. A assiduidade é medida por meio da análise da frequência dos usuários nos últimos 7 dias.
4. Interação Geral: análise da aplicação, com relação às funcionalidades da aplicação que foram acessadas e utilizadas. De modo a prover valor para a interação com a aplicação, foram estabelecidos pesos no formato de percentual para cada uma das áreas e funcionalidades existentes no sistema: (i) comentários no quadro branco: 20%; (ii) resposta a gatilhos: 20%; (iii) respostas positivas a gatilhos: 20%; (iv) respostas negativas a gatilhos: -10%; (v) cumprimento de atividade: 5%;

Abaixo, na **Tabela 4**, tem-se estabelecida a relação de variáveis utilizadas ao longo do experimento relacionadas à autonomia, competência e afinidade.

Tabela 4: Relação de variáveis utilizadas para aferir motivação, habilidade e autonomia

Fator situacional	Variáveis
Autonomia	% de interação com a aplicação; % de interação com quadro branco; Assiduidade no sistema nos últimos 7 dias.
Competência	Número de comentários “Pontos a Aprender” no Quadro Branco; Tempo para responder ao gatilho; Número de gatilhos recebidos.
Afinidade	% de respostas positivas a gatilhos; % de respostas neutras a gatilhos;

	% de metas finalizadas; Número de fatos, ideias postados no quadro branco.
--	---

Neste experimento, utilizamos as variáveis descritas na **Tabela 4** para acompanhar e calcular a medição da motivação do aluno durante o disparo dos gatilhos (triggers) envolvidos no estudo.

Na **Tabela 5** apresentamos a parametrização realizada para cada uma das variáveis de modo a efetuar a aferição dos níveis de motivação dos alunos. Na primeira coluna da tabela são listadas as variáveis, seguidas da sua tipologia e parametrização do range de atuação e relação de proporcionalidade de modo a calcular corretamente os níveis de pertinência das variáveis: (i) diretamente: mínimo representa baixa motivação; (ii) inversamente: mínimo representa maior nível de motivação.

Tabela 5 - Variáveis relacionadas a aferição dos níveis de motivação do Estudo de Caso FURG.

Variável	Tipo	Calibração fuzzy motivação/ relação de proporcionalidade
Interação quadro branco	numérico	Min: 20 Max: 60 Relação: diretamente
interação com a aplicação	numérico	Min: 20 Max: 60 Relação: diretamente
assiduidade nos últimos 7 dias	boolean	Min: 0 Max: 1 Relação: diretamente
número de comentários quero aprender	numérico	Min: 0 Max: 1 Relação: diretamente

Tempo para responder ao gatilho	numérico	Min: 43200000 Max: 108000000 Relação: inversamente
Número de gatilhos recebidos	numérico	Min: 2 Max: 5 Relação: diretamente
% respostas positivas	numérico	Min: 20 Max: 60 Relação: diretamente
% respostas negativas	numérico	Min: 20 Max: 60 Relação: inversamente
% metas finalizadas	numérico	Min: 20 Max: 50 Relação: inversamente

A seguir estes gatilhos são apresentados:

- Trigger 1 - Etapa de utilização "**Apresentar o Problema**": foi utilizado gatilho *via professor* para o disparo, de forma geral a toda turma, de informações sobre o problema;
- Trigger 2 - Etapa "**Identificar Fatos**": foi utilizado gatilho *via problema* para disparar conteúdos básicos relacionados ao tema do problema, sempre que o aluno acessa no aplicativo a área destinada ao problema;
- Trigger 3 - Etapa "**Identificar Fatos**": foi utilizado gatilho *via pesquisa do aluno* para disparar conteúdos básicos relacionados ao tema do problema, de modo individualizado, detectado pelo cadastro de palavras-chave por parte do aluno na seção de **fatos** da estrutura do quadro branco da aplicação;
- Triggers de 4 a 8 - Etapas "**Gerar Hipóteses**", "**Identificar Deficiências**" e "**Auto Aprendizagem**": foram utilizados gatilhos *via professor* para lançar perguntas que instigaram os alunos a refletir sobre as possíveis soluções para o problema e suas deficiências de

conhecimento destas. Estas necessidades foram identificadas pelo acompanhamento do professor aos registros realizados pelos alunos de forma geral, na estrutura do quadro branco da aplicação. Também foram utilizados nestas etapas gatilhos *via pesquisa do aluno* para o disparo de material individualizado específico a necessidade de cada indivíduo. Estes materiais continham explicações e conteúdos mais detalhados/avançados sobre determinados temas, e eram enviados conforme a necessidade apontada pelos alunos (detectadas via palavras-chave) em seus registros nas seções de **idéias** e **pontos de aprendizagem** da estrutura do quadro branco da aplicação.

- Trigger 9 - Etapa "**Aplicar Novos Conceitos**": foi utilizado o gatilho *via professor* para instigar os alunos a aplicarem o conhecimento adquirido até esta fase do processo, em outros pontos do problema que ainda necessitavam de solução.

Baseado na realização e acompanhamento do estudo de caso relatado na seção 4.3 (logs com a utilização de todos alunos, no Anexo III), apresentamos a seguir os gráficos que representam diferentes formas de variações da motivação dos alunos, extraídos durante a execução do estudo. Estes gráficos explicitam o grau da característica motivação dos alunos, conforme os 6 níveis de motivação definidos por Mota (2018), capturados durante o transcorrer do disparo dos gatilhos apresentados anteriormente.

Os gráficos 5 e 6 representam o grupo de alunos que demonstraram grande crescente da motivação, evoluindo de *motivação* = 1 (**Regulação Externa**) para *motivação* = 4 (**Regulação Integrada**) durante o tempo que os gatilhos foram disparados.

No gráfico 5 identificamos, após o disparo da "Trigger 5", um indicador de *motivação* = 0 (**Falta de Motivação**) do aluno, derivado da falta de resposta ao gatilho. Posteriormente, no decorrer dos disparos a este mesmo aluno, notamos, a partir da "Trigger 6", que sua motivação voltou a atingir um nível alto, se mantendo em *motivação* = 4 (**Regulação Integrada**) até o final do experimento.

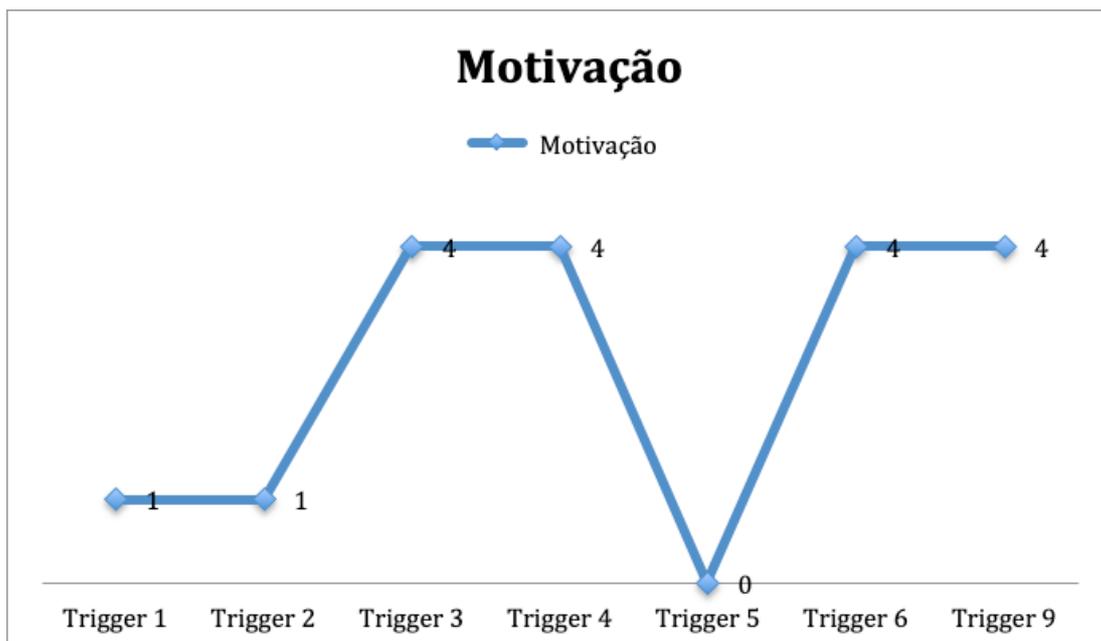


Gráfico 5 - Grande Aumento de Motivação_1.

No gráfico 6 notamos que com o início do disparo dos gatilhos, a motivação do aluno cresceu. Na primeira metade do experimento, Triggers 2, 3 e 4, nota-se que esta crescente apresenta uma variação entre *motivação* = 4 (**Regulação Integrada**) e *motivação* = 3 (**Regulação Identificada**) e na segunda metade do experimento, pode-se identificar que as Triggers disparadas (5, 6, 7 e 9) conseguem manter o o aluno em *motivação* = 4 (**Regulação Integrada**) até o final.

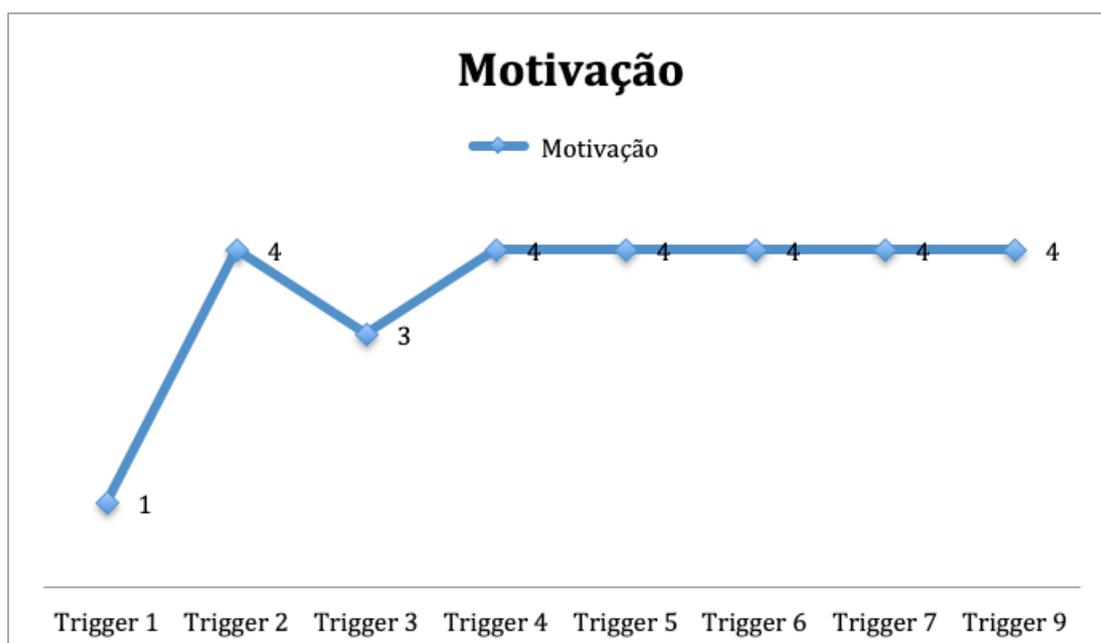


Gráfico 6 - Grande Aumento de Motivação_2.

Os gráficos 7 e 8 representam o grupo de alunos que demonstraram moderada crescente da motivação, evoluindo de *motivação* = 1 (**Regulação Externa**) para *motivação* = 2 (**Regulação Introjetada**) durante o tempo que os gatilhos foram disparados.

No gráfico 7, notamos que após um início estável, Triggers 1 e 2, com a motivação estabelecida em *motivação* = 1 (**Regulação Externa**), o aluno apresentou uma leve crescente, Triggers 3, 4, 5, 6 e 9, deste nível para *motivação* = 2 (**Regulação Introjetada**) até o final do experimento.

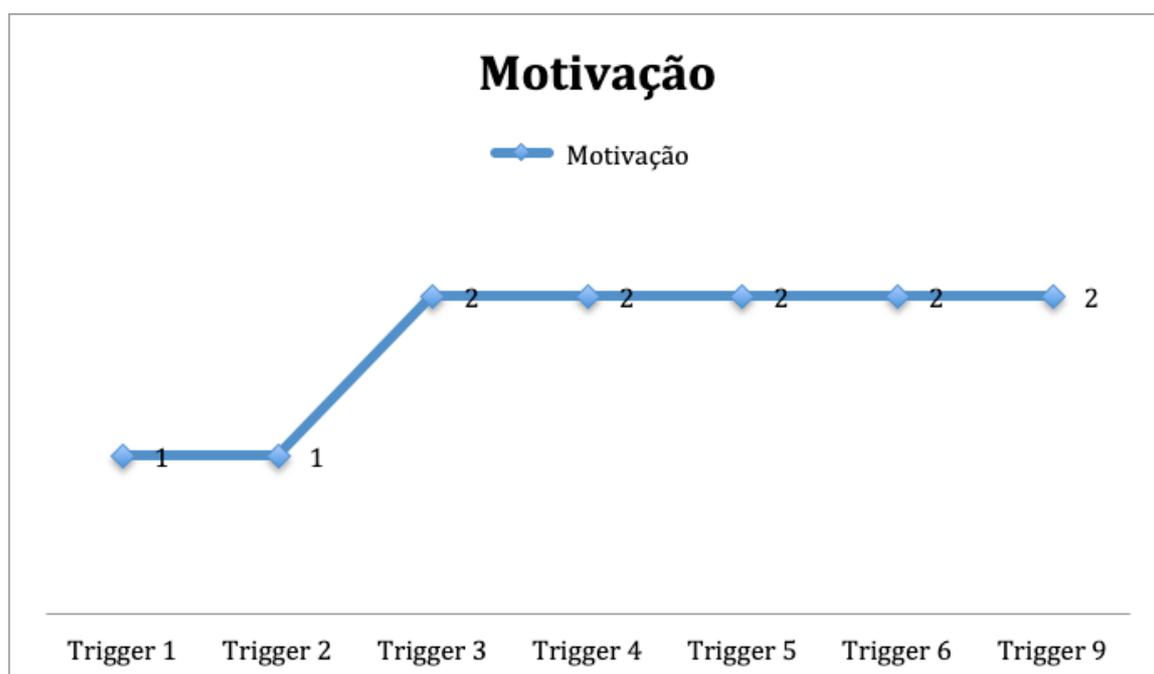


Gráfico 7 - Aumento Moderado de Motivação_1.

O gráfico 8, por sua vez, mesmo que notado entre início e fim com a mesma evolução de motivação, de *motivação* = 1 (**Regulação Externa**) para *motivação* = 2 (**Regulação Introjetada**), apresenta maior variação durante o decorrer do experimento deste aluno. Notamos inicialmente uma considerável crescente, que elevou a motivação do aluno até *motivação* = 3 (**Regulação Identificada**), Triggers 1, 2 e 3. Em um segundo momento, esta motivação retrocede, decrescendo para *motivação* = 1 (**Regulação Externa**), Triggers 4, 5 e 6. Por fim, os gatilhos conseguem incentivar novamente o aluno, elevando sua motivação a *motivação* = 2 (**Regulação Introjetada**), Triggers 7 e 9, mantendo-o assim até o final do experimento.

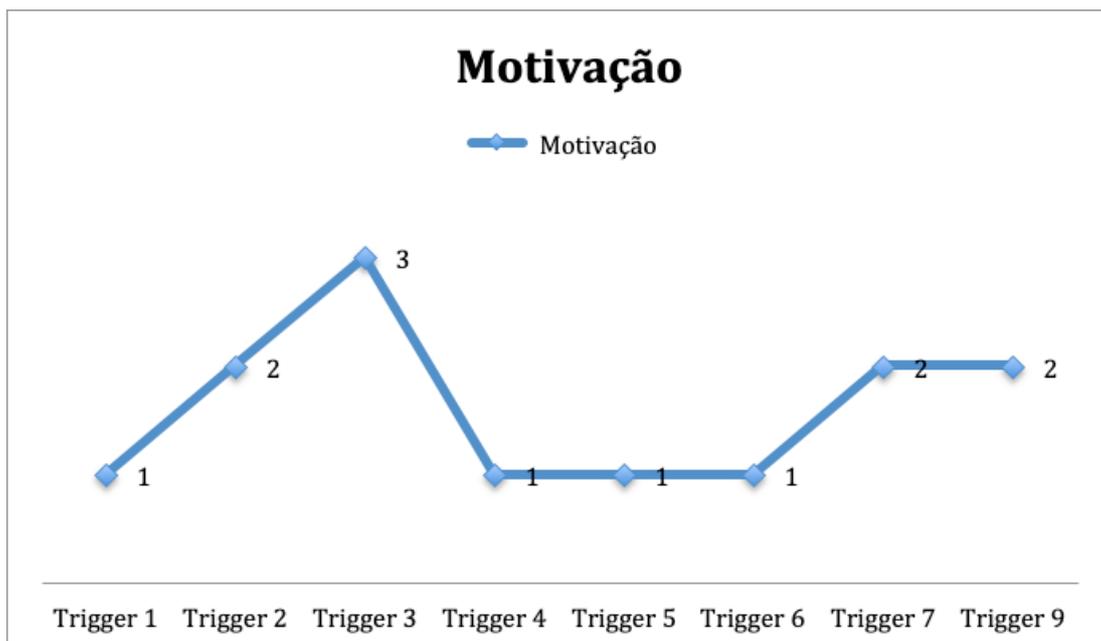


Gráfico 8 - Aumento Moderado de Motivação_2.

Os gráficos 9 e 10 expõem o grupo de alunos que apresentaram manutenção da motivação do início ao fim do experimento (gráfico 9 em *motivação* = 2 (**Regulação Introjetada**) e gráfico 10 em *motivação* = 1 (**Regulação Externa**)). A peculiaridade que vale destacar nestes dois gráficos, é o pico de motivação resultante da Trigger 3 (gráfico 9 em *motivação* = 4 (**Regulação Integrada**) e gráfico 10 em *motivação* = 5 (**Motivação Intrínseca**)), que aponta para um elevado grau de adequação do gatilho disparado.

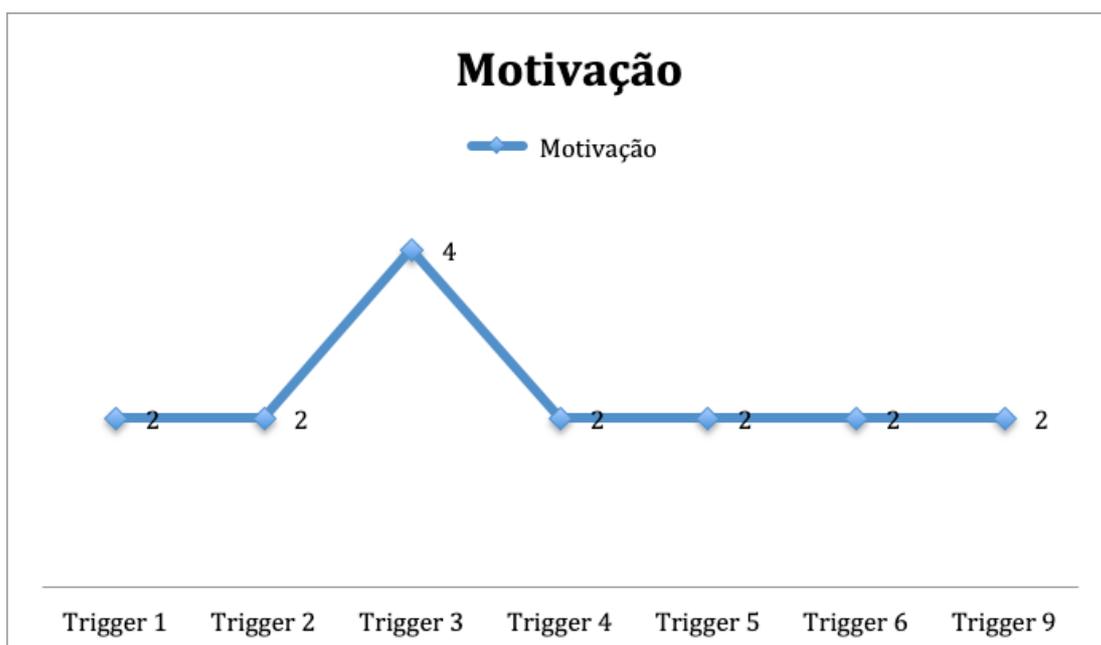


Gráfico 9 - Manutenção da Motivação_1.

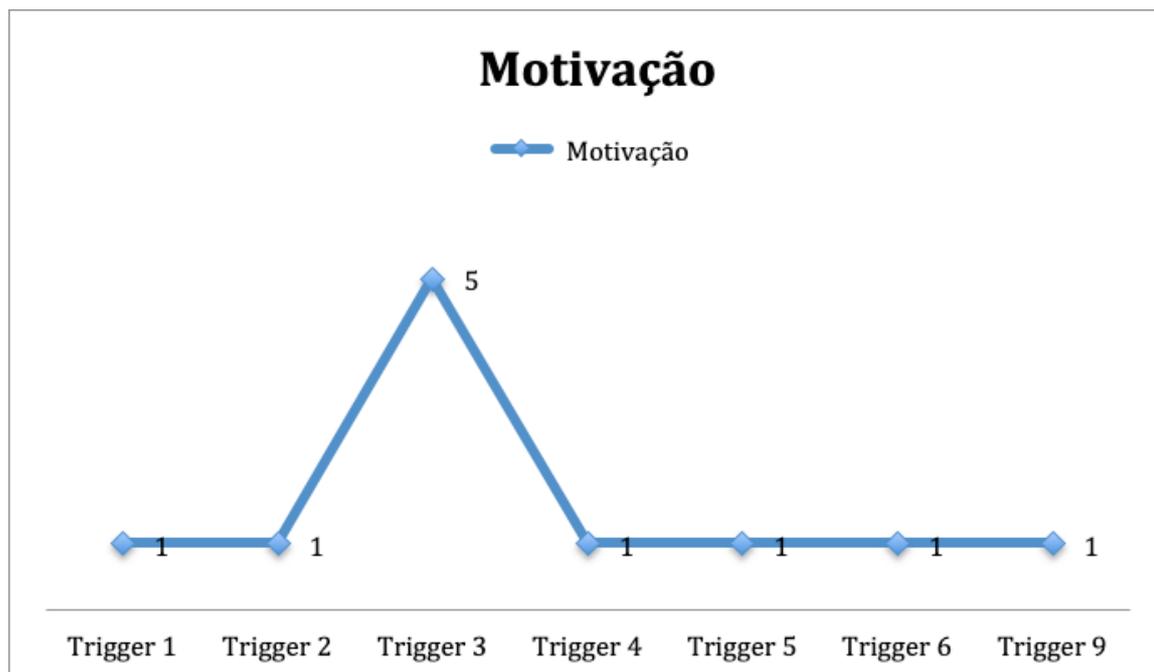


Gráfico 10 - Manutenção da Motivação_2.

Os gráficos 11 e 12 expõe o grupo de alunos que apresentaram nível de motivação ao final do experimento menor do que em seu início.

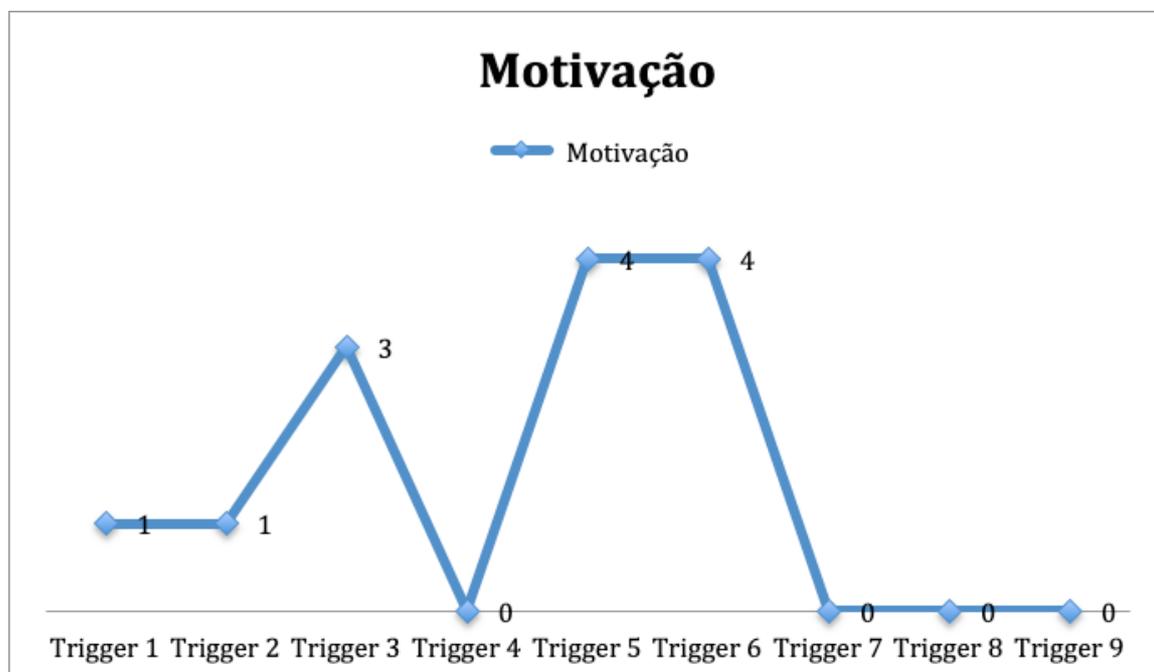


Gráfico 11 - Variação de Motivação e Abandono.

No gráfico 11, o perfil do grupo de alunos apresenta variações de motivação entre *motivação* = 1 (**Regulação Externa**), *motivação* = 0 (**Falta de Motivação**), *motivação* = 3 (**Regulação Identificada**) e *motivação* = 4 (**Regulação Integrada**), até a conclusão dos 2 primeiros terços do experimento. No terço final, o nível de motivação regride a *motivação* = 0 (**Falta de Motivação**), derivado da falta de resposta ao gatilho, identificada na análise dos registros do experimento.

Por fim, o gráfico 12 apresenta um perfil do grupo de alunos que durante o experimento apresentou variações nos níveis de motivação com ganhos e perdas (descendo a *motivação* = 1 (**Regulação Externa**) após a Trigger 2 e subindo a *motivação* = 4 (**Regulação Integrada**) após a Trigger 3), mas que para sua parte final, estabilizou em uma motivação menor que a inicial, *motivação* = 1 (**Regulação Externa**), indicando uma perda de motivação durante o experimento.

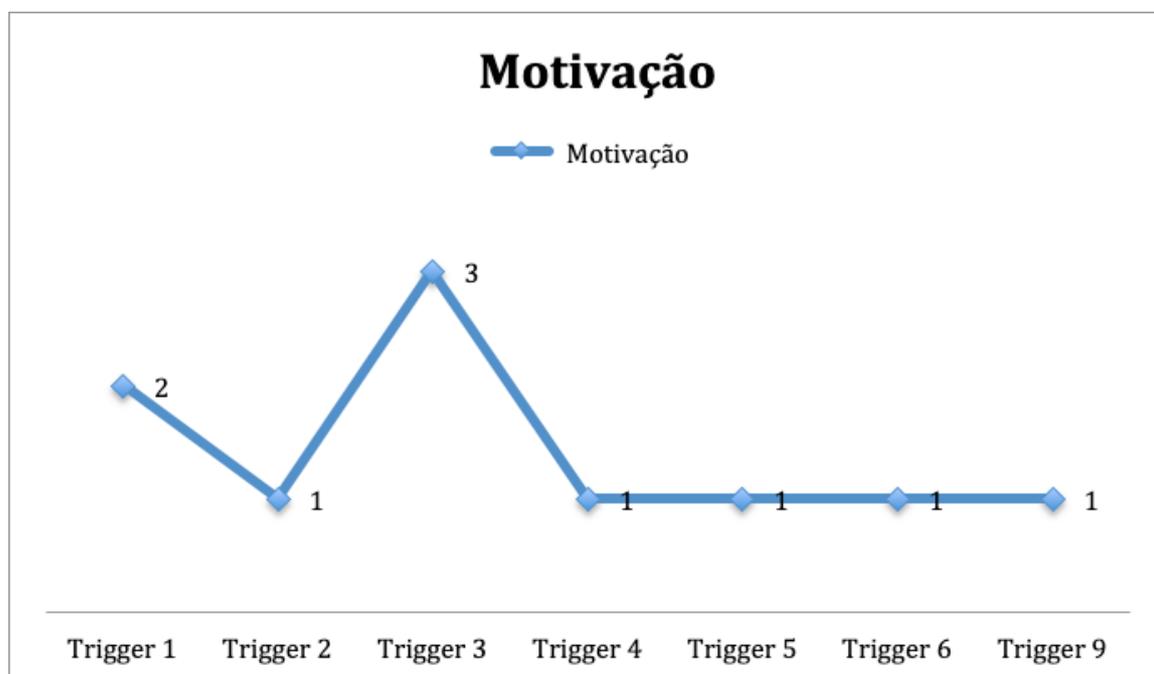


Gráfico 12 - Perda de Motivação.

5.2.2 Análise qualitativa do uso da Tecnologia Persuasiva Ubíqua

Neste trabalho, uma pergunta relacionada ao acréscimo motivacional proporcionado pelo uso da Tecnologia Persuasiva Ubíqua proposta foi realizada para a investigação junto aos alunos (Anexo I). A seguir o DSC da turma de Atividade de Integração Curricular II, para a pergunta "**Como você analisa que a tecnologia utilizada pelo aplicativo, motivou e auxiliou você durante o processo de aprendizagem trabalhado na disciplina de Atividade de Integração Curricular II ?**", é apresentado.

DSC de Atividade de Integração Curricular II - *"A ideia do TutorApp é muito boa. Os materiais foram enviados com sucesso e quando precisávamos, mostrando que a tecnologia utilizada foi muito eficaz. É uma ferramenta com potencial, me deu um bom guia e conteúdo complementar para começar a estudar, e mesmo que não houvesse possibilidades de leitura no momento que o material foi recebido, a pendência da leitura continua sendo uma forma de incentivo. Quanto a usabilidade do TutorApp, não é muito intuitivo. Faltou um menu mais detalhado de ajuda do que foi disponibilizado, tive dificuldades para identificar qual campo eu deveria preencher, principalmente com explicações do Quadro Branco. Outra dificuldade encontrada foi a falta de notificação dos gatilhos, apenas se eu entrasse no aplicativo aparecia algo e muitas vezes não conseguia acessar os links. O aplicativo me auxiliou em alguns pontos superficialmente, como ponto de partida para uma pesquisa mais aprofundada, os PDF's disponibilizados também são ótimos, porém foi necessário pesquisar mais pelo conteúdo, visto que o fornecido não sanou todas as minhas dúvidas. As notificações não foram muito invasivas e acabam funcionando como alarme para lembrar determinado assunto, o que auxiliou no processo de aprendizagem e foi interessante. Contudo necessita de mais presença do professor, tanto para auxiliar com o uso do app, quanto para solucionar dúvidas. Os gatilhos foram motivacionais, incentivando o estudo, na grande maioria das vezes com informações convenientes, sempre lembrando de me manter em atividade, o que gera uma continuidade de pesquisa."*

5.2.3 Discussões do Estudo de Caso 2 - FURG

Nesta etapa de discussão do estudo de caso realizado na FURG, seguimos a mesma forma que utilizamos para discutir os resultados do primeiro estudo de casos na seção 5.1.3. Aqui também resgatamos o objetivo norteador da pesquisa *"Como podemos potencializar a utilidade da Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL), a partir da proposta de uma Tecnologia Persuasiva Ubíqua?"*, com o intuito de traçar um paralelo com os resultados apresentados nas seções 5.2.1 e 5.2.2. A análise para esta relação também foi feita sob a visão dos fatores *Motivação, Reflexão, Cooperação e Suporte Just-in-Time*, definidos por Hmelo-Silver (2004) e investigados no capítulo 2, e é relatada a seguir:

- **MOTIVAÇÃO**

Vimos durante este estudo, que a motivação é fator determinante para o sucesso do processo de aprendizagem do aluno. Baseado nisso, constatamos também que a PBL é uma metodologia pautada em

esforços para elevar este grau de motivação dos alunos para garantir o sucesso em seu processo de aprendizado.

Tendo estas premissas definidas, consideramos que a proposta desta tese alcançou o objetivo de motivar o aluno, visto os trechos dos discursos dos alunos a seguir: "(...) *As notificações não foram muito invasivas e acabam funcionando como alarme para lembrar determinado assunto (...)*", "(...) *gatilhos foram motivacionais, incentivando o estudo (...)*", "(...) *grande maioria das vezes com informações convenientes (...)*" e "(...) *sempre lembrando de me manter em atividade, o que gera uma continuidade de pesquisa (...)*".

Corroborando com essas evidências, colhidas dos discursos dos alunos participantes do experimento, quanto ao uso da tecnologia desenvolvida para motivá-los, observamos nos gráficos da seção 5.2.1 um comportamento que apresenta, mesmo que de diferentes formas, aumento da motivação dos alunos em determinados momentos. Destacamos aqui os gráficos 5 e 6 que representaram o perfil de alunos com a mais alta motivação final, *motivação = 4 (Regulação Integrada)*, e o gráfico 10, que mesmo apontando para uma manutenção da motivação deste perfil de aluno, quando comparamos início e fim do experimento, indicou uma grande efetividade após o uso do gatilho "Trigger 3", elevando o nível de motivação do aluno para *motivação = 5 (Motivação Intrínseca)*.

Ainda relacionado aos ganhos de motivação alcançados pelo uso da tecnologia, destacamos o trecho do discurso dos alunos "(...) *mesmo que não houvesse possibilidades de leitura no momento que o material foi recebido, a pendência da leitura continua sendo uma forma de incentivo (...)*" para evidenciar o ganho que obtivemos em agregar ao processo de aprendizagem do aluno a potencialidade motivacional que as Tecnologias Persuasivas proporcionam.

● REFLEXÃO

Vimos na introdução deste trabalho (Capítulo 1) e durante a definição de conceitos relacionados a PBL (Referencial Teórico - capítulo 2), a importância na promoção do pensamento reflexivo no aluno, capacitando-o a inter-relacionar conteúdos para que a informação não seja aprendida isoladamente (Hmelo-Silver, 2004).

Neste estudo de caso, os gatilhos disparados de "Trigger 4" até "Trigger 8" foram muitas vezes formatados com mensagens que instigavam a reflexão do aluno quanto aos conteúdos envolvidos na solução do problema. Analisando a execução deste experimento, identificamos que esta promoção da reflexão, constituiu-se em um dos objetivos alcançados por nossa pesquisa, onde destacamos aqui, para

contribuir com essa afirmação, a influência que o gatilho "Trigger 4" infere sobre os perfis de alunos dos gráficos 5 e 6, elevando seus níveis de motivação a *motivação* = 4 (**Regulação Integrada**).

Colaborando com esta evidência, identificamos também trechos do discurso dos alunos como "(...) *auxiliou em alguns pontos superficialmente, como ponto de partida para uma pesquisa mais aprofundada (...)*" e "(...) *me deu um bom guia e conteúdo complementar para começar a estudar (...)*", que demonstram a forma como as instigações e os conteúdos disponibilizados via gatilhos, estavam adequados a desafiar eles a pensar e refletir. Vale destacar também aqui, o trecho "(...) *porém foi necessário pesquisar mais pelo conteúdo, visto que o fornecido não sanou todas as minhas dúvidas (...)*", que demonstra o quanto os gatilhos foram precisos em não apresentar, em determinados momentos, conteúdos que contemplassem toda a informação necessária ao aluno, mas sim o nível certo desta informação para que este aluno seguisse sendo desafiado a investigar e refletir sobre as soluções do problema.

- **SUPORTE JUST-IN-TIME**

Também vimos nos capítulos anteriores (1 e 2) a necessidade de fornecer instruções no momento em que o aluno às necessita (Just-in-Time), para que o processo PBL tenha sucesso em sua execução (Hmelo-Silver, 2004).

Para este estudo de caso, através do uso da estrutura "Quadro Branco" implementada na ferramenta, notamos ter ampliado o alcance da necessidade momentânea do aluno, visto que, sempre que o aluno cadastrou na ferramenta seus "Fatos", suas "Ideias" e seus "Pontos de Aprendizagem", conseguimos identificar um ponto de necessidade no momento, e assim disparar gatilhos com suporte a esta necessidade. O trecho "(...) *materiais foram enviados com sucesso e quando precisávamos (...)*" auxilia a comprovar nossa percepção quanto ao alcance do suporte Just-in-Time, e os gatilhos "Trigger 5" e Trigger 6" disparados em resposta a cadastros de necessidades dos perfis de alunos dos gráficos 6 e 11, que elevam o nível de motivação a *motivação* = 4 (**Regulação Integrada**), nos auxiliam corroborando com esta afirmação.

- **COOPERAÇÃO**

Durante o primeiro estudo de caso, não foram notadas evidências de esforços na ferramenta implementada para avaliar a tecnologia proposta.

Neste segundo estudo de caso, com a criação da estrutura "Quadro Branco", buscou-se criar um ambiente que fosse favorável a

cooperação entre os alunos, fator esse destacado por Hmelo-Silver (2004) como sendo de extrema importância ao sucesso do processo PBL. Acreditava-se na potencialidade da estrutura "Quadro Branco" em promover cooperação entre os alunos, visto que ela disponibilizou a possibilidade de cadastro, recebimento e consulta de materiais a todos alunos pertencente a um grupo de trabalho, e em complemento, a possibilidade de consulta e acompanhamento destas informações pelos outros grupos da disciplina.

Mesmo com a expectativa de, com esta estrutura e política de acesso a informação criada, termos possibilitado a cooperação durante este segundo experimento, na prática e nas avaliações executadas, não foram notadas evidências de que de fato este fator foi promovido e um ganho quanto a ele alcançado.

Hmelo-Silver (2004), indica que um dos papéis do professor no processo PBL, é atuar para incentivar os alunos a externar seu próprio pensamento e comentar o pensamento dos outros, ajudando-os assim a aprender a cooperar, tornando eles mais capazes de construir o conhecimento coletivo. Durante a investigação dos depoimentos dos alunos, notamos os seguintes trechos "*(...) tive dificuldades para identificar qual campo eu deveria preencher, principalmente com explicações do Quadro Branco (...)*" e "*(...) necessita de mais presença do professor, tanto para auxiliar com o uso do app, quanto para solucionar dúvidas (...)*", que surgem como possíveis motivos para a falta de evidências quanto a promoção de cooperação no experimento.

Concluindo a discussão dos resultados apresentados neste estudo de caso, notamos, através dos seguintes trechos "*(...) A ideia do TutorApp é muito boa (...)*" e "*(...) a tecnologia utilizada foi muito eficaz (...)*" que a opinião geral sobre a tecnologia foi positiva. Entretanto algumas deficiências técnicas da ferramenta foram relatadas em trechos como, "*(...) a usabilidade do TutorApp, não é muito intuitivo (...)*", "*(...) Faltou um menu mais detalhado de ajuda (...)*", "*(...) falta de notificação dos gatilhos, apenas se eu entrasse no aplicativo aparecia algo (...)*" e "*(...) muitas vezes não conseguia acessar os links (...)*". Ressaltamos aqui, que estas deficiências devem ser investigadas e corrigidas, antes da utilização da ferramenta em projetos futuros.

5.3 Considerações Finais

Este capítulo apresentou os resultados quantitativos e qualitativos dos estudos de caso realizados na UNIPAMPA (5.1) e na FURG (5.2). Também apresentou as respectivas discussões desses resultados, utilizadas para

observar o comportamento da ferramenta desenvolvida para implementar a tecnologia proposta nesta tese.

Capítulo 6

Conclusões e Trabalhos Futuros

6.1 Conclusões

Esta pesquisa explorou o uso de modelos comportamentais e ambientes ubíquos na metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem-Based Learning* - PBL), considerada uma das mais destacadas estratégias de Aprendizagem Ativa (Savery, 2015). A pesquisa foi ambientada no contexto de estudantes dos cursos de graduação na área da computação e utilizou Tecnologia Persuasiva e Tecnologia Ubíqua para desenvolver uma ferramenta capaz de potencializar a aplicação da PBL nesses cursos.

Em um primeiro momento, apresentamos os benefícios no uso das metodologias construtivistas para a Aprendizagem Ativa (Bonwell e Eison, 1991), enfatizamos que um dos grandes objetivos dessas metodologias é a promoção da mudança de comportamento dos alunos com o intuito de se tornarem ativos em seu processo de aprendizagem. Ainda neste primeiro momento, identificamos que modelos comportamentais como o *Fogg Behavior Model* (FBM) (Fogg, 2009), podem ser sustentados através das Tecnologias Persuasivas. Identificamos também que o simples uso das Tecnologias Ubíquas na PBL, ainda deixam lacunas quanto às necessidades da metodologia, visto que não apresentam esforços para alcançar seu comportamento desejado.

Dando sequência ao trabalho, de modo a investigar melhor a problemática apontada, foram realizadas revisões sistemáticas da literatura da área, o que nos proporcionou traçar o real envolvimento do FBM e da Tecnologias Persuasivas na educação (Devincenzi et al., 2017a) e o uso efetivo das Tecnologias Ubíquas na PBL (Devincenzi et al., 2018).

Após a realização da etapa de revisões sistemáticas e de posse das conclusões obtidas e publicadas em Devincenzi et al. (2017a) e Devincenzi et al. (2018), foi possível mapear o FBM no processo PBL, onde definimos um modelo persuasivo para ser executado no processo PBL, com os gatilhos detalhados no FBM sendo identificados em suas etapas de execução. A partir deste modelo, apresentamos nossa proposta de Tecnologia Persuasiva para u-PBL e seu detalhamento, com arquitetura, tipos de gatilhos propostos, etc., publicado na revista *Espacios* (Devincenzi et al., 2017b).

Com a proposta detalhada, de forma a validar a tecnologia apresentada, desenvolvemos uma ferramenta chamada TutorApp, que implementou a Tecnologia Persuasiva Ubíqua. Também executamos 2 estudos de caso, o primeiro na Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) e o segundo na Universidade Federal do Rio Grande (FURG), para identificar sua real eficiência quanto aos objetivos traçados no início desta tese.

Por fim, apresentamos os resultados desses estudos e discutimos as evidências identificadas neles, que corroboraram para chegarmos às conclusões sobre os objetivos alcançados.

Em complemento a esta etapa de conclusões sobre o trabalho realizado, cabe aqui retomar a pergunta de pesquisa que norteou esta tese "**Como podemos potencializar a utilidade da Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL), a partir da proposta de uma Tecnologia Persuasiva Ubíqua?**" e discutir sua resposta analisando as hipóteses traçadas no início da tese.

As Tecnologias Persuasivas podem promover a Reflexão em momentos adequados ?

A revisão sistemática da literatura, nos mostrou que as Tecnologias Persuasivas, com seu caráter instigador, promovido através do envio de gatilhos que possibilitam alcançar o aluno no momento correto e com a informação pertinente, se constituem em uma opção para a promoção da *Reflexão*.

Durante o acompanhamento dos experimentos, podemos notar que, tão logo gatilhos de reflexão com *quiz* ou materiais não aprofundados sobre um tema, eram disparados, a motivação dos perfis de alunos se eleva. Esse fato, é justificado por Hmelo-Silver (2004) indicando que o fenômeno do aluno ser desafiado com, por exemplo, questionamentos de um tema (*quiz*) ou informações sem muito detalhamento, sobre um contexto de seu interesse, o desafiam a buscar a solução, promovendo entre outras coisas a reflexão dos conhecimentos dominados em confronto aos desafios lançados.

As Tecnologias Ubíquas podem auxiliar na promoção de suporte Just-in-Time ?

No estudo realizado sobre a PBL, notamos que o suporte às atividades do aluno é de suma importância ao sucesso da prática. Fornecer instruções que o aluno precisa, no momento exato desta necessidade, bem como desafiá-lo e direcioná-lo no caminho certo, são fatores que contribuem para que este aluno tenha sucesso em suas execuções. As Tecnologias Ubíquas, com seu caráter de onipresença, são importantes alternativas de solução para esta necessidade.

Nas análises e discussões dos resultados dos experimentos realizados, podemos notar o grau de satisfação nos trechos de relatos dos alunos, quanto ao suporte dado pela ferramenta às necessidades de conteúdos que estes alunos tinham naquele momento (momento este detectado pelo caráter ubíquo da ferramenta). Complementando isso, também notamos nos gráficos analisados, que a motivação durante o recebimento deste suporte foi elevada, nos auxiliando a concluir assim que o uso da Tecnologia Ubíqua proporcionou auxílio na promoção de suporte *Just-in-Time* aos alunos.

As Tecnologias Persuasivas e as Tecnologias Ubíquas combinadas, podem auxiliar na promoção do processo de Cooperação dos alunos ?

Vimos durante esta pesquisa que a promoção de *Cooperação* entre os alunos é de fundamental importância para seu processo de aprendizagem. Hmelo-Silver (2004), indica a *Cooperação* como um dos grandes desafios da PBL e apresenta o professor como um dos principais atores a promover esta prática.

Mesmo que não tenhamos conseguido apresentar evidências de resultados que tenham confirmado a prática efetiva de *Cooperação* com nossa proposta, ainda acreditamos no potencial das tecnologias combinadas para sua promoção. Em nossas análises, conceituamos este não alcance de objetivo, como falha direcionada à prática do professor e não da ferramenta. Justificamos assim nossa percepção, devido ao fato de que as estruturas de disparo de gatilhos, baseadas no cadastro de informações do "*Quadro Branco*", se utiliza de dados como: quem, o quê e quando, capturadas pela tecnologia ubíqua, para proporcionar a tecnologia persuasiva o momento e o teor do gatilho a ser disparado. Desta forma, vemos a proposta apresentar potencial de instigar o relacionamento dos alunos, promovendo um considerável grau de *Cooperação* entre eles.

As Tecnologias Persuasivas e as Tecnologias Ubíquas combinadas, podem elevar o grau de motivação do aluno, quanto a seu processo de aprendizado ?

A motivação foi um dos fatores de principal abordagem nesta tese. Vimos que, conseguir elevar o grau de motivação do aluno, durante seu processo de aprendizagem, ainda é um dos principais desafios a serem alcançados pela metodologia PBL. Este desafio, torna-se de suma importância, visto que é o elevado grau de motivação que garante o engajamento do aluno em seu processo de aprendizagem (Savery, 2015), tornando-o realmente efetivo.

Em nossa proposta, desenvolvemos possibilidades para que o grau de motivação do aluno fosse elevado durante seu processo de aprendizagem. Disponibilizamos para isso, funcionalidades baseadas em Tecnologias Ubíquas, como rotinas para identificar o estágio que os alunos se encontravam na solução do problema e que poderiam ajudá-los com solução no momento adequado. Em complemento a rotinas deste tipo, disponibilizamos também funcionalidades pautadas em conceitos das Tecnologias Persuasivas, que se utilizaram das informações recolhidas pelas Tecnologias Ubíquas para acessar o aluno da forma mais adequada, mantendo-o sempre motivado e engajado no processo de solução do problema.

Com a análise dos dados coletados durante os experimentos, podemos identificar que, no geral, a inferência da tecnologia desenvolvida fez-se eficaz em elevar a motivação do aluno durante o processo PBL. Trechos do discurso dos alunos, bem como avaliação da motivação de seus perfis, a cada gatilho disparado, corroboraram com a conclusão de que Tecnologias Persuasivas e Ubíquas, quando utilizadas juntas, podem contribuir para elevar a motivação do aluno durante a prática PBL.

6.2 Trabalhos Futuros

Durante o desenrolar deste trabalho de doutorado, estabelecemos o termo **Tecnologia Persuasiva Ubíqua para a PBL** e propusemos um modelo pedagógico para sua execução, desenvolvendo a ferramenta **TutorApp** para sua implementação e validação. No decorrer dessas etapas, lacunas nas áreas estudadas foram emergindo e aqui as apresentamos, como futuras pesquisas a serem desenvolvidas nas áreas que a tese englobou:

- **Evolução da Ferramenta:** algumas potencialidades levantadas para a ferramenta TutorApp, que se utilizavam de localização GPS e do cruzamento com os Sistemas de Informação das universidades dos alunos (Plano de Ensino, Ementas, Grade Curricular, etc.), não tiveram sua implementação realizada na versão do app utilizada em nossos estudos de caso. Desenvolver estas funcionalidades, agregando o

grande potencial de ubiquidade e persuasão que elas apresentam, seria de grande valia para a evolução da prática PBL apoiada pela Tecnologia Persuasiva Ubíqua;

- **Nova Tecnologia:** durante os estudos sobre ubiquidade, notamos o surgimento e crescimento da área de Tecnologias Vestíveis, do inglês *wearable technologies*. Estas tecnologias prometem revolucionar possibilidades nas práticas educacionais. Investigar e testar seu potencial, apresenta-se como um bom desafio a ser encaminhado na área;
- **Práticas de Desenvolvimento:** relacionado a área da informática na educação, mais especificamente englobando a engenharia de software ao desenvolvimento tecnologias para a educação, também vimos emergir durante o estudo, a necessidade de explorarmos processos de desenvolvimento de software que melhor atendam as tecnologias persuasivas e ubíquas, levando em conta seu caráter peculiar de especificação de requisitos.

Capítulo 7

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAGAARD, M. e Mintz, J. The application of persuasive technology to educational settings. *Educational Technology Research and Development*, 60(3):483–499, 2012.

AAGAARD, M. e Peter Øhrstrøm. Developing persuasive technology for asd challenged teenagers. In *Persuasive Technology. Design for Health and Safety*, pages 67–78. Springer, 2012.

ALLEN D. E., et al. “Problem-based learning”, *New Directions for Teaching and Learning*, vol. 2011, no. 128, pp. 21–29, 2011.

ALVAREZ A. G.. Tecnologia Persuasiva na aprendizagem da avaliação da dor aguda em enfermagem. PhD thesis, UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2014.

ALVAREZ A.G., et al.. Persuasive technology in teaching acute pain assessment in nursing: Results in learning based on pre and post-testing. *Nurse Education Today*, 50:109–114, 2017.

AMARATUNGA, Dilanthi et al. Quantitative and qualitative research in the built environment: application of “mixed” research approach. *Work study*, v. 51, n. 1, p. 17-31, 2002.

ARENDDT, C., et al. Simulating house cooling methods to decrease energy consumption by creating awareness and attitude change. *Citeseer*, 2014.

BAMIDIS, P. D., et al. Federating learning management systems for medical education: A persuasive technologies perspective. In *Computer-Based Medical Systems (CBMS), 2011 24th International Symposium on*, pages 1–6. IEEE, 2011.

BARROWS H. S., A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, vol. 20, no. 6, pp. 481–486, 1986.

BEHRINGER, R., et al.. Persuasive technology for learning and teaching—the europlot project. In Proceedings of the International Workshop on EuroPLOT Persuasive Technology for Learning, Education and Teaching, 2013.

BERBEL, N. A. N., As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. Semina: Ciências Sociais e Humanas, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2012.

BERTEL, L. B. e Rasmussen, D. M. Peers at play: A case study on persuasive educational and entertainment robotics in autism education. In Proceedings of the International Workshop on EuroPLOT Persuasive Technology for Learning, Education, and Teaching IWEPLET, pages 161–168, 2013.

BONWELL, Charles C. e EISON, James A. Active Learning: Creating Excitement in the Classroom. 1991 ASHE-ERIC Higher Education Reports. ERIC Clearinghouse on Higher Education, The George Washington University, One Dupont Circle, Suite 630, Washington, DC 20036-1183, 1991.

CASARIN, J., et al. SAPIENS: os desafios de uma arquitetura persuasiva. Em: XXI Congresso Brasileiro de Automática (CBA 2016), 2016, Vitória, Espírito Santo.

CIALDINI, R. B. As armas da persuasão: Como influenciar e não se deixar influenciar. Sextante, 2002.

CHEN, Tzung-Shi et al. Context-aware writing in ubiquitous learning environments. Research and Practice in Technology Enhanced Learning, v. 4, n. 01, p. 61-82, 2009.

CHICKERING A. W. e Gamson Z. F., “Seven principles for good practice in undergraduate education.” AAHE bulletin, vol. 3, p. 7, 1987.

DANOWITZ, A.; Leveraging the final project to improve student motivation in introductory digital design courses. In Frontiers in Education Conference (FIE), 2016 IEEE, pages 1–5. IEEE, 2016.

DEMO, Pedro. Educação, avaliação qualitativa e inovação. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2012.

DEVINCENZI, S. et al. Persuasive technology: Applications in education. In: Frontiers in Education Conference (FIE). IEEE, 2017a. p. 1-7.

DEVINCENZI, Sam et al. O uso de tecnologias persuasivas para potencializar o processo de aprendizagem baseado em problemas. Revista Espacios. Vol 38, Ano 2017b, Número 60, Pág. 13.

DEVINCENZI, S. et al. Ubiquitous Environments for Problem-Based Learning: A Bibliographic Review. In: *Frontiers in Education Conference (FIE)*. IEEE, 2018.

DORNELES, S. O. et al.. A Model for Ubiquitous Serious Games Development Focused on Problem Based Learning. *International Association for Development of the Information Society*, 2015.

DIJKSTRA, A., Personalization/computer-tailoring in persuasive technology: Tailoring ingredients target psychological processes. in *Proceedings of the International Workshop on Personalization in Persuasive Technology (PPT'16)*, Salzburg, Austria, 2016.

EL-BISHOUTY, Moushir M.; OGATA, Hiroaki; YANO, Yoneo. PERKAM: Personalized knowledge awareness map for computer supported ubiquitous learning. ***Journal of Educational Technology & Society***, v. 10, n. 3, 2007.

FILIPPOU, J., et al., Designing persuasive systems to influence learning: Modelling the impact of study habits on academic performance. *PACIS 2015*, 2015.

FREEMAN, Scott, et al. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111.23 (2014): 8410-8415.

FOGG, B. J., *Persuasive technology: using computers to change what we think and do*. Ubiquity, vol. 2002, no. December, p. 5, 2002.

FOGG, B. J., A behavior model for persuasive design. in *Proceedings of the 4th international Conference on Persuasive Technology*. ACM, 2009, p. 40.

GOH, T.T., et al. The impact of persuasive sms on students' self-regulated learning. *British Journal of Educational Technology*, 43(4):624–640, 2012.

HENG, K., et al. Effects of persuasive designed courseware on children with learning difficulties in learning malay language subject. *Education and Information Technologies*, pages 1–19, 2015.

HMELO-SILVER C. E., Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational psychology review*, vol. 16, no. 3, pp. 235–266, 2004.

HOUSER, Chris; THORNTON, Patricia. Japanese college students' typing speed on mobile devices. In: *Wireless and Mobile Technologies in Education*, 2004. *Proceedings. The 2nd IEEE International Workshop on*. IEEE, 2004. p. 129-133.

HUNG, Pi-Hsia, et al. The problem-refining progress of 5th graders' ubiquitous inquiry. *International Journal of Mobile Learning and Organisation* 5.3-4 (2011): 255-267.

HUNGERFORD, H. R., e VOLK L. T. Changing learner behavior through environmental education. *The journal of environmental education*. 1990.

HWANG, Gwo-Jen; TSAI, Chin-Chung; YANG, Stephen JH. Criteria, strategies and research issues of context-aware ubiquitous learning. *Journal of Educational Technology & Society*, v. 11, n. 2, 2008.

HWANG, Gwo-Jen, et al. A context-aware ubiquitous learning environment for conducting complex science experiments. *Computers & Education* 53.2 (2009): 402-413.

HWANG, Gwo-Jen, et al. A concept map approach to developing collaborative Mindtools for context-aware ubiquitous learning. *British Journal of Educational Technology*, v. 42, n. 5, p. 778-789, 2011.

JONES, V. e Jun H. J. Ubiquitous learning environment: An adaptive teaching system using ubiquitous technology. In *Beyond the comfort zone: Proceedings of the 21st ASCILITE Conference*, volume 468, page 474. Perth, Western Australia, 2004.

KALAIIVANIA, R. e SIVAKUMAR, R. A survey on context-aware ubiquitous learning systems. *International Journal of Control Theory and Applications*, v. 10, p. 15, 2017.

KU, David Tawei e CHANG, Chiung-Sui. A framework of PBL strategy integrated in LMS and a ubiquitous learning environment. *Networked Computing and Advanced Information Management (NCM), 2010 Sixth International Conference on*. IEEE, 2010.

LEFÈVRE, F. e LEFÈVRE, A. M. C., O resgate do pensamento coletivo exige método próprio mas este método tem que ser um método. Instituto de Pesquisa do Discurso do Sujeito Coletivo. São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.ipdsc.com.br/scp/download.php?downid=44>. Acessado em 10/09/2014.

LIAO, G., A design study of interactive learning environment for joyful behavioral history in taiwan. *Persuasive Technology*, page 25, 2012.

MARCIANINHA, P. A. M. As novas tecnologias e a educação. *ANPED SUL*, 6:1-7, 2004.

MARTINELLI, S. C.; Carla Helena Manzini Genari, et al. Relações entre desempenho escolar e orientações motivacionais. *Estudos de Psicologia* (Natal), 2009.

MOTA, F. et al. Sapiens: Proposta de Interface Persuasiva para a Redução de Consumo Elétrico. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. 2016. p. 169.

MOTA, F. Modelo computacional para análise da motivação e envio de gatilhos em sistemas persuasivos: estudo de caso em processos de aprendizagem ubíqua. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Rio Grande/RS, 2018.

MOURI, Kousuke; OGATA, Hiroaki. Ubiquitous learning analytics in the real-world language learning. *Smart Learning Environments*, v. 2, n. 1, p. 15, 2015.

MUSA, N., et al.,. A review of persuasive techniques in developing children educational system. In *Science and Social Research (CSSR)*, 2010 International Conference on, pages 1110–1113. IEEE, 2010.

NAKAHARA, Jun et al. iTree: Does the mobile phone encourage learners to be more involved in collaborative learning?. In: *Proceedings of the 2005 conference on Computer support for collaborative learning: learning 2005: the next 10 years!*. International Society of the Learning Sciences, 2005. p. 470-478.

OGATA, Hiroaki; YANO, Yoneo. Knowledge awareness map for computer-supported ubiquitous language-learning. In: *Wireless and Mobile Technologies in Education*, 2004. *Proceedings. The 2nd IEEE International Workshop on*. IEEE, 2004. p. 19-26.

OTA E. and Punyabukkana P., Effects of bilateral problem-based learning program for engineering students: Case of a joint course with japan and Thailand. in *Frontiers in Education Conference (FIE)*, 2016 IEEE. IEEE, 2016, pp. 1–9.

OYELERE, S. S., et al. Discovering students mobile learning experiences in higher education in Nigeria. In *Frontiers in Education Conference (FIE)*, 2016 IEEE, pages 1–7. IEEE, 2016.

PAPPERT, S. *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática*. Tradução de Sandra Costa, 1994.

PHUMEECHANYA, Noppadon e WANNAPIROON, Panita. Ubiquitous scaffold learning environment using problem-based learning to enhance problem-solving skills and context awareness. arXiv preprint arXiv:1401.2234, 2014.

ROGERS, Spence; LUDINGTON, Jim; GRAHAM, Shari. Motivation & learning: A teacher's guide to building excitement for learning & igniting the drive for quality. EverythingAboutLearning. com, 1997.

SIGNIFICADOS. Disponível em: < <https://www.significados.com.br/just-in-time/>> Acessado em: 05 de abril de 2018.

SALVI, D., et al. An m-health system for education and motivation in cardiac rehabilitation: the experience of heartcycle guided exercise. Journal of Telemedicine and Telecare, 2017.

SANTAELLA, L. A aprendizagem ubíqua na educação aberta. Revista Tempos e Espaços em Educação, p. 15-22, 2014.

SAVERY, J.R. Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. Essential readings in problem-based learning: Exploring and extending the legacy of Howard S. Barrows, 9:5–15, 2015.

SOUZA, J. As armas da persuasão: como influenciar e não se deixar influenciar. Temática, 10(1), 2014.

SOUZA, Samir Cristino de; DOURADO, Luis. Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo. HOLOS, v. 5, p. 182-200, 2015.

TAO, Y. e J. Nandigam, “Programming case studies as context for active learning activities in the classroom,” in Frontiers in Education Conference (FIE), 2016 IEEE. IEEE, 2016, pp. 1–4.

TODOROV, João Cláudio; MOREIRA, Márcio Borges. O conceito de motivação na psicologia. Revista Brasileira de Terapia Comportamental e Cognitiva, v. 7, n. 1, 2005.

TÔLEDO, F. “SmartTrigger: um framework para o desenvolvimento de tecnologias persuasivas com base no Modelo de Comportamento de Fogg”. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Programa de Pós-graduação em Modelagem Computacional, Rio Grande/RS, 2017. Disponível em: <https://argo.furg.br/?BDTD11452>

WEISER, Mark. The Computer for the 21 st Century. Scientific american, v. 265, n. 3, p. 94-105, 1991.

ZHANG, Ke. Ubiquitous technology for language learning: The U-Japan movement in higher education. *Journal of Computing in Higher Education*, v. 20, n. 2, p. 81-91, 2008.

ANEXO II

Logs do Estudo de Caso UNIPAMPA

Grupo de alunos no qual o comportamento apresentou diminuição nas tendências para "little" e "normal" Motivação, e um aumento até tendência = 1 para "good" Motivação.

```
{ aluno: 'Aluno 1', motivacao: { little: 1, normal: 0, good: 0 } }
{ aluno: 'Aluno 1', motivacao: { little: 0, normal: 0.784668, good: 0 } }
{ aluno: 'Aluno 1', motivacao: { little: 0, normal: 0.38977866, good: 0.11111111111111116 } }
{ aluno: 'Aluno 1', motivacao: { little: 0, normal: 0.192334, good: 0.6666666666666667 } }
{ aluno: 'Aluno 1', motivacao: { little: 0, normal: 0.07386720000000001, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 1', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }

{ aluno: 'Aluno 14', motivacao: { little: 0.04589599999999994, normal: 0.954104, good: 0 } }
{ aluno: 'Aluno 14', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 0 } }
{ aluno: 'Aluno 14', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 0.11111111111111116 } }
{ aluno: 'Aluno 14', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 0.6666666666666667 } }
{ aluno: 'Aluno 14', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 14', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }

{ aluno: 'Aluno 23', motivacao: { little: 0.732072, normal: 0.267928, good: 0 } }
{ aluno: 'Aluno 23', motivacao: { little: 0.732072, normal: 0, good: 0 } }
{ aluno: 'Aluno 23', motivacao: { little: 0.732072, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 23', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 23', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 23', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }

{ aluno: 'Aluno 27', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 0 } }
{ aluno: 'Aluno 27', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 0 } }
{ aluno: 'Aluno 27', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 27', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 27', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 27', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
```

=====

=====

Grupo de alunos no qual o comportamento apresentou diminuição nas tendências para "little" e "normal" Motivação, e um aumento com oscilação até tendência = 1 para "good" Motivação.

```
{ aluno: 'Aluno 7', motivacao: { little: 0.8356319999999999, normal: 0.164368, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 7', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 0 } }
{ aluno: 'Aluno 7', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 0.11111111111111116 } }
{ aluno: 'Aluno 7', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 0.6666666666666667 } }
{ aluno: 'Aluno 7', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 7', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }

{ aluno: 'Aluno 11', motivacao: { little: 0, normal: 0.884576, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 11', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 0 } }
{ aluno: 'Aluno 11', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 0.11111111111111116 } }
```

```
{ aluno: 'Aluno 11', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 0.6666666666666667 } }
{ aluno: 'Aluno 11', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 11', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
```

```
=====
=====
```

Grupo de alunos no qual o comportamento apresentou um diminuição nas tendências para "little" e "normal" Motivação, e a manutenção na tendência = 1 para "good" Motivação.

```
{ aluno: 'Aluno 6', motivacao: { little: 0.8480719999999999, normal: 0.151928, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 6', motivacao: { little: 0.814128, normal: 0.1689, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 6', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 6', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 6', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 6', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
```

```
{ aluno: 'Aluno 9', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 9', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 9', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 9', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 9', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 9', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
```

```
{ aluno: 'Aluno 10', motivacao: { little: 0.44075999999999993, normal: 0.55924, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 10', motivacao: { little: 0.44075999999999993, normal: 0.07962, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 10', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 10', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 10', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 10', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
```

```
{ aluno: 'Aluno 12', motivacao: { little: 1, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 12', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 12', motivacao: { little: 1, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 12', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 12', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 12', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
```

```
{ aluno: 'Aluno 13', motivacao: { little: 0, normal: 0.359984, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 13', motivacao: { little: 0, normal: 0.225768, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 13', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 13', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 13', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 13', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
```

```
{ aluno: 'Aluno 15', motivacao: { little: 0, normal: 0.782768, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 15', motivacao: { little: 0, normal: 0.408616, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 15', motivacao: { little: 0, normal: 0.139077333333333336, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 15', motivacao: { little: 0, normal: 0.004308, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 15', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 15', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
```

```
{ aluno: 'Aluno 16', motivacao: { little: 0, normal: 0.927416, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 16', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 16', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 16', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 16', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 16', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
```

```
{ aluno: 'Aluno 17', motivacao: { little: 1, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 17', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 17', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 17', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 17', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 17', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
```

```
{ aluno: 'Aluno 18', motivacao: { little: 1, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 18', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 18', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 18', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 18', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 18', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
```

```
{ aluno: 'Aluno 19', motivacao: { little: 1, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 19', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 19', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 19', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 19', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 19', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
```

```
{ aluno: 'Aluno 20', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 20', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 20', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 20', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 20', motivacao: { little: 0, normal: 0, good: 1 } }
```

```
=====
=====
```

Grupo de alunos no qual o comportamento apresentou a manutenção na tendência = 1 para "little" Motivação, a manutenção na tendência = 0 para "normal" Motivação, e um aumento/manutenção em tendência = 1 para "good" Motivação.

```
{ aluno: 'Aluno 2', motivacao: { little: 1, normal: 0, good: 0 } }
{ aluno: 'Aluno 2', motivacao: { little: 1, normal: 0, good: 0 } }
{ aluno: 'Aluno 2', motivacao: { little: 1, normal: 0, good: 0.11111111111111116 } }
{ aluno: 'Aluno 2', motivacao: { little: 1, normal: 0, good: 0.6666666666666667 } }
{ aluno: 'Aluno 2', motivacao: { little: 1, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 2', motivacao: { little: 1, normal: 0, good: 1 } }
```

```
{ aluno: 'Aluno 3', motivacao: { little: 0.945552, normal: 0.054448, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 3', motivacao: { little: 0.945552, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 3', motivacao: { little: 0.945552, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 3', motivacao: { little: 0.945552, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 3', motivacao: { little: 0.945552, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 3', motivacao: { little: 0.945552, normal: 0, good: 1 } }
```

```
{ aluno: 'Aluno 8', motivacao: { little: 1, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 8', motivacao: { little: 1, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 8', motivacao: { little: 1, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 8', motivacao: { little: 1, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 8', motivacao: { little: 1, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 8', motivacao: { little: 1, normal: 0, good: 1 } }
```

```
{ aluno: 'Aluno 21', motivacao: { little: 1, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 21', motivacao: { little: 1, normal: 0, good: 1 } }
{ aluno: 'Aluno 21', motivacao: { little: 1, normal: 0, good: 1 } }
```


ANEXO III

Logs do Estudo de Caso FURG

=====
 || GRANDE AUMENTO E MANUTENÇÃO ||
 =====

(Aluno, IdGatilho Recebido, Motivação)

Aluno 1,5b216cde5f857c0004fa2e1e,1;
 Aluno 1,5b27a3059d2fd90004170f1f,4;
 Aluno 1,5b282fc28e5d820004c6480c,3;
 Aluno 1,5b2a9f2958881200044a1b9e,4;
 Aluno 1,5b2aa03758881200044a1bbd,4;
 Aluno 1,5b2aa07c58881200044a1bbd,4;
 Aluno 1,5b312d34eb12c40004c7f717,4;
 Aluno 1,5b43d72e745a4900045db157,4;

Aluno 2,5b216cde5f857c0004fa2e1e,1;
 Aluno 2,5b27a3059d2fd90004170f1f,1;
 Aluno 2,5b2a9f2958881200044a1b9e,4;
 Aluno 2,5b2aa03758881200044a1bbd,4;
 Aluno 2,5b2aa07c58881200044a1bbd,0;
 Aluno 2,5b312d34eb12c40004c7f717,4;
 Aluno 2,5b43d72e745a4900045db157,4;

Aluno 30,5b2a9f2958881200044a1b9e,1;
 Aluno 30,5b2aa03758881200044a1bbd,1;
 Aluno 30,5b2aa07c58881200044a1bbd,3;
 Aluno 30,5b312d34eb12c40004c7f717,1;
 Aluno 30,5b43d72e745a4900045db157,3;

=====
 || AUMENTO MODERADO E MANUTENÇÃO ||
 =====

Aluno 3,5b216cde5f857c0004fa2e1e,1;
 Aluno 3,5b27a3059d2fd90004170f1f,1;
 Aluno 3,5b2a9f2958881200044a1b9e,2;
 Aluno 3,5b2aa03758881200044a1bbd,2;
 Aluno 3,5b2aa07c58881200044a1bbd,2;
 Aluno 3,5b312d34eb12c40004c7f717,2;
 Aluno 3,5b43d72e745a4900045db157,2;

Aluno 4,5b216cde5f857c0004fa2e1e,1;
 Aluno 4,5b27a3059d2fd90004170f1f,2;
 Aluno 4,5b2a9f2958881200044a1b9e,3;
 Aluno 4,5b2aa03758881200044a1bbd,1;
 Aluno 4,5b2aa07c58881200044a1bbd,1;
 Aluno 4,5b312d34eb12c40004c7f717,1;
 Aluno 4,5b31744c5dbc540004e0a422,2;
 Aluno 4,5b43d72e745a4900045db157,2;

Aluno 22,5b27a3059d2fd90004170f1f,1;
 Aluno 22,5b2a9f2958881200044a1b9e,1;
 Aluno 22,5b2aa03758881200044a1bbd,3;

Aluno 22,5b2aa07c58881200044a1bdd,0;
 Aluno 22,5b312d34eb12c40004c7f717,1;
 Aluno 22,5b43d72e745a4900045db157,2;

Aluno 19,5b27a3059d2fd90004170f1f,1;
 Aluno 19,5b2a9f2958881200044a1b9e,1;
 Aluno 19,5b2aa03758881200044a1bdd,5;
 Aluno 19,5b2aa07c58881200044a1bdd,1;
 Aluno 19,5b312d34eb12c40004c7f717,1;
 Aluno 19,5b350e795bb1b30004846cd3,2;
 Aluno 19,5b43d72e745a4900045db157,2;

Aluno 17,5b216cde5f857c0004fa2e1e,1;
 Aluno 17,5b27a3059d2fd90004170f1f,0;
 Aluno 17,5b2a9f2958881200044a1b9e,4;
 Aluno 17,5b2aa03758881200044a1bdd,2;
 Aluno 17,5b2aa07c58881200044a1bdd,2;
 Aluno 17,5b312d34eb12c40004c7f717,2;
 Aluno 17,5b43d72e745a4900045db157,2;

Aluno 13,5b216cde5f857c0004fa2e1e,1;
 Aluno 13,5b27a3059d2fd90004170f1f,2;
 Aluno 13,5b2a9f2958881200044a1b9e,3;
 Aluno 13,5b2aa03758881200044a1bdd,1;
 Aluno 13,5b312d34eb12c40004c7f717,1;
 Aluno 13,5b2aa07c58881200044a1bdd,1;
 Aluno 13,5b3172d85dbc540004e0a41a,1;
 Aluno 13,5b3173d85dbc540004e0a420,1;
 Aluno 13,5b31744c5dbc540004e0a422,1;
 Aluno 13,5b43d72e745a4900045db157,2;

Aluno 9,5b216cde5f857c0004fa2e1e,1;
 Aluno 9,5b27a3059d2fd90004170f1f,1;
 Aluno 9,5b2a9f2958881200044a1b9e,3;
 Aluno 9,5b2aa03758881200044a1bdd,1;
 Aluno 9,5b2aa07c58881200044a1bdd,1;
 Aluno 9,5b312d34eb12c40004c7f717,1;
 Aluno 9,5b31760d5dbc540004e0a427,1;
 Aluno 9,5b43d72e745a4900045db157,2;

Aluno 26,5b2a9f2958881200044a1b9e,1;
 Aluno 26,5b2aa03758881200044a1bdd,1;
 Aluno 26,5b2aa07c58881200044a1bdd,2;
 Aluno 26,5b312d34eb12c40004c7f717,1;
 Aluno 26,5b43d72e745a4900045db157,2;

=====
 || PICOS DE AUMENTO E POSTERIOR QUEDA (ABANDONO) ||
 =====

Aluno 5,5b216cde5f857c0004fa2e1e,1;
 Aluno 5,5b27a3059d2fd90004170f1f,1;
 Aluno 5,5b2a9f2958881200044a1b9e,3;
 Aluno 5,5b2aa03758881200044a1bdd,0;
 Aluno 5,5b2aa07c58881200044a1bdd,4;
 Aluno 5,5b312d34eb12c40004c7f717,4;
 Aluno 5,5b316a6e5dbc540004e0a412,0;
 Aluno 5,5b316b4a5dbc540004e0a414,0;
 Aluno 5,5b43d72e745a4900045db157,0;

Aluno 12,5b216cde5f857c0004fa2e1e,1;
 Aluno 12,5b27a3059d2fd90004170f1f,1;
 Aluno 12,5b2a9f2958881200044a1b9e,3;
 Aluno 12,5b2aa03758881200044a1bbd,0;
 Aluno 12,5b312d34eb12c40004c7f717,4;
 Aluno 12,5b2aa07c58881200044a1bbd,0;
 Aluno 12,5b43d72e745a4900045db157,0;

Aluno 18,5b216cde5f857c0004fa2e1e,1;
 Aluno 18,5b27a3059d2fd90004170f1f,1;
 Aluno 18,5b2a9f2958881200044a1b9e,3;
 Aluno 18,5b2aa03758881200044a1bbd,0;
 Aluno 18,5b2aa07c58881200044a1bbd,0;
 Aluno 18,5b312d34eb12c40004c7f717,0;
 Aluno 18,5b43d72e745a4900045db157,0;

Aluno 28,5b2a9f2958881200044a1b9e,1;
 Aluno 28,5b2aa03758881200044a1bbd,1;
 Aluno 28,5b2aa07c58881200044a1bbd,3;
 Aluno 28,5b312d34eb12c40004c7f717,0;
 Aluno 28,5b43d72e745a4900045db157,0;

=====
 || QUEDA DE MOTIVAÇÃO ||
 =====

Aluno 6,5b216cde5f857c0004fa2e1e,2;
 Aluno 6,5b27a3059d2fd90004170f1f,1;
 Aluno 6,5b2a9f2958881200044a1b9e,3;
 Aluno 6,5b2aa03758881200044a1bbd,1;
 Aluno 6,5b2aa07c58881200044a1bbd,1;
 Aluno 6,5b43d72e745a4900045db157,1;
 Aluno 6,5b312d34eb12c40004c7f717,1;

=====
 || PICO DE AUMENTO E DEPOIS RETORNO E MANUTENÇÃO DA MOTIVAÇÃO INICIAL ||
 =====

Aluno 7,5b216cde5f857c0004fa2e1e,2;
 Aluno 7,5b27a3059d2fd90004170f1f,2;
 Aluno 7,5b2a9f2958881200044a1b9e,4;
 Aluno 7,5b2aa03758881200044a1bbd,2;
 Aluno 7,5b2aa07c58881200044a1bbd,2;
 Aluno 7,5b312d34eb12c40004c7f717,2;
 Aluno 7,5b43d72e745a4900045db157,2;

Aluno 8,5b216cde5f857c0004fa2e1e,1;
 Aluno 8,5b27a3059d2fd90004170f1f,1;
 Aluno 8,5b2a9f2958881200044a1b9e,5;
 Aluno 8,5b2aa07c58881200044a1bbd,1;
 Aluno 8,5b2aa03758881200044a1bbd,1;
 Aluno 8,5b312d34eb12c40004c7f717,1;
 Aluno 8,5b43d72e745a4900045db157,1;

Aluno 10,5b216cde5f857c0004fa2e1e,1;
 Aluno 10,5b27a3059d2fd90004170f1f,1;
 Aluno 10,5b2a9f2958881200044a1b9e,2;
 Aluno 10,5b2aa03758881200044a1bbd,1;
 Aluno 10,5b2aa07c58881200044a1bbd,1;
 Aluno 10,5b312d34eb12c40004c7f717,0;

Aluno 10,5b316d6c5dbc540004e0a416,4;
Aluno 10,5b316db25dbc540004e0a418,1;
Aluno 10,5b31756a5dbc540004e0a425,1;
Aluno 10,5b43d72e745a4900045db157,1;
Aluno 10,5b31771a5dbc540004e0a42e,1;

Aluno 11,5b216cde5f857c0004fa2e1e,2;
Aluno 11,5b27a3059d2fd90004170f1f,2;
Aluno 11,5b2a9f2958881200044a1b9e,4;
Aluno 11,5b2aa03758881200044a1bbd,2;
Aluno 11,5b2aa07c58881200044a1bbd,2;
Aluno 11,5b43d72e745a4900045db157,2;
Aluno 11,5b312d34eb12c40004c7f717,2;

Aluno 14,5b216cde5f857c0004fa2e1e,2;
Aluno 14,5b27a3059d2fd90004170f1f,1;
Aluno 14,5b2a787274b28e000481edf5,4;
Aluno 14,5b2a9f2958881200044a1b9e,2;
Aluno 14,5b2aa03758881200044a1bbd,2;
Aluno 14,5b312d34eb12c40004c7f717,2;
Aluno 14,5b2aa07c58881200044a1bbd,2;
Aluno 14,5b43d72e745a4900045db157,2;

Aluno 15,5b216cde5f857c0004fa2e1e,1;
Aluno 15,5b27a3059d2fd90004170f1f,2;
Aluno 15,5b2a9f2958881200044a1b9e,4;
Aluno 15,5b2aa03758881200044a1bbd,2;
Aluno 15,5b2aa07c58881200044a1bbd,2;
Aluno 15,5b312d34eb12c40004c7f717,1;
Aluno 15,5b329cfea923e5000485d187,1;
Aluno 15,5b43d72e745a4900045db157,1;

Aluno 16,5b216cde5f857c0004fa2e1e,2;
Aluno 16,5b27a3059d2fd90004170f1f,2;
Aluno 16,5b2a9f2958881200044a1b9e,4;
Aluno 16,5b2aa03758881200044a1bbd,2;
Aluno 16,5b2aa07c58881200044a1bbd,2;
Aluno 16,5b312d34eb12c40004c7f717,2;
Aluno 16,5b43d72e745a4900045db157,2;

Aluno 20,5b27a3059d2fd90004170f1f,1;
Aluno 20,5b2a9f2958881200044a1b9e,1;
Aluno 20,5b2aa03758881200044a1bbd,5;
Aluno 20,5b2aa07c58881200044a1bbd,1;
Aluno 20,5b312d34eb12c40004c7f717,1;
Aluno 20,5b43d72e745a4900045db157,1;

Aluno 21,5b27a3059d2fd90004170f1f,1;
Aluno 21,5b2a9f2958881200044a1b9e,1;
Aluno 21,5b2aa03758881200044a1bbd,3;
Aluno 21,5b2aa07c58881200044a1bbd,1;
Aluno 21,5b312d34eb12c40004c7f717,1;
Aluno 21,5b43d72e745a4900045db157,1;

Aluno 23,5b27a3059d2fd90004170f1f,1;
Aluno 23,5b2a9f2958881200044a1b9e,1;
Aluno 23,5b2aa03758881200044a1bbd,5;
Aluno 23,5b2aa07c58881200044a1bbd,1;
Aluno 23,5b312d34eb12c40004c7f717,1;
Aluno 23,5b43d72e745a4900045db157,1;

Aluno 24,5b2a9f2958881200044a1b9e,1;
Aluno 24,5b2aa03758881200044a1bbd,1;
Aluno 24,5b2aa07c58881200044a1bdd,5;
Aluno 24,5b312d34eb12c40004c7f717,1;
Aluno 24,5b43d72e745a4900045db157,1;

Aluno 25,5b2a9f2958881200044a1b9e,2;
Aluno 25,5b2aa03758881200044a1bbd,1;
Aluno 25,5b2aa07c58881200044a1bdd,3;
Aluno 25,5b312d34eb12c40004c7f717,1;
Aluno 25,5b43d72e745a4900045db157,2;

Aluno 27,5b2a9f2958881200044a1b9e,1;
Aluno 27,5b2aa03758881200044a1bbd,1;
Aluno 27,5b2aa07c58881200044a1bdd,3;
Aluno 27,5b312d34eb12c40004c7f717,1;
Aluno 27,5b43d72e745a4900045db157,1;

Aluno 29,5b2a9f2958881200044a1b9e,1;
Aluno 29,5b2aa03758881200044a1bbd,1;
Aluno 29,5b2aa07c58881200044a1bdd,5;
Aluno 29,5b312d34eb12c40004c7f717,1;
Aluno 29,5b43d72e745a4900045db157,1;