



Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação em

Computação Aplicada

Mestrado Acadêmico

Antônio Augusto Alves

Melhorando a atenção do aluno através da tutoria de mindfulness: Um estudo de caso com o sistema tutor inteligente PAT2Math

São Leopoldo, 2017

Antônio Augusto Alves

**MELHORANDO A ATENÇÃO DO ALUNO
ATRAVÉS DA TUTORIA DE *MINDFULNESS*:**

Um estudo de caso com o sistema tutor inteligente PAT2Math

Dissertação apresentada como requisito parcial
para a obtenção do título de Mestre, pelo
Programa de Pós-Graduação em Computação
Aplicada da Universidade do Vale do Rio dos
Sinos – UNISINOS

Orientador: Dra. Patrícia Augustin Jaques Maillard

São Leopoldo

2017

A474m

Alves, Antônio Augusto

Melhorando a atenção do aluno através da tutoria de mindfulness : um estudo de caso com o sistema tutor inteligente PAT2Math / por Antônio Augusto Alves. – 2017.
127 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) — Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-graduação em Computação Aplicada, São Leopoldo, RS, 2017.

“Orientadora: Dra. Patricia Augustin Jaques Maillard.”

1. Mindfulness. 2. Meditação. 3. Atenção. 4. Sistemas tutores inteligentes. I. Título.

CDU: 004:37.018.43

Antônio Augusto Alves

Melhorando a atenção do aluno através da tutoria de mindfulness:
Um estudo de caso com o sistema tutor inteligente PAT2Math

Dissertação apresentada à Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Unisinos, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Computação Aplicada.

Orientadora:
Prof. Dra. Patrícia Augustin Jaques Maillard

Aprovado em 18 de janeiro de 2018

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Claudio Senna Venzke – UNISINOS

Prof. Dr. Jorge Luis Victoria Barbosa – UNISINOS

Prof. Dr. Eliseo Berni Reategui – UFRGS

Profa. Dra. Patrícia Augustin Jaques Maillard

Visto e permitida a impressão
São Leopoldo,

Prof. Dr. Rodrigo da Rosa Righi
Coordenador PPG em Computação Aplicada

Dedico este trabalho à minha esposa Susane, aos meus sogros Mario e Marla, aos meus pais e a todos que colaboraram para a sua realização.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar aos meus sogros Mário e Marla que me oportunizaram a realização desta formação tão importante para a minha vida profissional. Aos meus pais Getúlio e Arlete por me ensinarem a importância do estudo e por sempre me fazerem trilhar o caminho do bem.

Gostaria também de agradecer a minha orientadora, Patrícia, que nestes dois anos sempre foi uma pessoa atenciosa e dedicada; uma pessoa que soube me orientar mesmo com as minhas limitações. Seu comprometimento e atenção são uma referência de como um professor deve ser com os seus alunos.

Agradeço também a todos os professores do mestrado em computação aplicada que transmitiram seu conhecimento e estiveram sempre prontos a auxiliar em caso de necessidade. Um agradecimento especial à professora Maria Adélia que me auxiliou no processo de ingresso no mestrado.

Muito obrigado ao Colégio São Luiz, escola parceira do projeto PAT2Math, que permitiu a realização da avaliação com os alunos.

Por fim, gostaria de agradecer ao Professor Me. Tiago Kautzmann e a minha prima Naíse por terem me emprestado suas vozes para a gravação dos arquivos de áudio utilizados em meu trabalho. Bruno Schaab, Felipe e Otávio, muito obrigado por auxiliarem com a parte técnica sobre atenção plena (*mindfulness*) e o funcionamento do PAT2Math. Vocês foram colegas incríveis!

“The two most important days in your life are the day you are born and the day you find out why.” – Mark Twain

RESUMO

Alunos que conseguem manter a atenção em uma atividade apresentam um melhor desempenho nas atividades escolares. A habilidade de manter o foco em uma atividade é essencial para que o estudante tenha um desempenho satisfatório na escola. Nas últimas duas décadas houve um aumento no interesse pelos estudos sobre *mindfulness* e seus efeitos positivos na saúde, bem-estar e na melhora das habilidades cognitivas. No âmbito escolar o *mindfulness* tem se mostrado uma técnica relevante para a melhora da atenção de alunos praticantes. Estudos recentes mostram que a realização de sessões de *mindfulness* proporciona ao aluno uma melhora na atenção, desempenho escolar, no controle das emoções e no relacionamento com os professores e colegas. Embora exista também um número crescente de pesquisas que fazem uso de recursos computacionais para incentivar a prática de *mindfulness* em contextos não escolares, são poucos os trabalhos que integram o uso de *mindfulness* em sistemas tutores inteligentes ou em outros tipos de ambientes de aprendizagem. Além disso, nenhum dos trabalhos propõe um treinamento personalizado às características do aprendiz. O presente trabalho propõe um agente que fornece exercícios de *mindfulness* guiado e adaptado ao estado de humor do aluno e à sua experiência em meditação. Através dos dados coletados pelo sistema, é possível a seleção dos exercícios mais adequados para o aluno, bem como o ajuste do tempo de duração dos exercícios. O agente visa encorajar o estudante a praticar técnicas de meditação para a melhora da atenção e do rendimento acadêmico e da promoção do bem-estar geral do aluno. Este agente foi integrado como estudo de caso ao sistema tutor PAT2Math para a realização de avaliação com 41 alunos durante 7 semanas. Para fins de avaliação foram utilizadas 3 versões do sistema tutor inteligente PAT2Math. A primeira versão utilizou áudios com narrações de técnicas de meditação sem adaptação à experiência ou ao estado de humor apresentado pelo aluno; a segunda versão utilizou 3 gravações de áudio que narravam a história da álgebra e das equações. A terceira e última versão utilizou 24 gravações de áudio com diferentes técnicas de meditação e diferentes durações para que as técnicas utilizadas pudessem ser adaptadas à experiência e ao humor do estudante. Os resultados da avaliação mostraram que a prática de *mindfulness* de forma guiada e personalizada melhora a atenção do aluno. No entanto, possivelmente devido à duração do experimento, não foram encontradas evidências estatisticamente significativas de um impacto positivo na aprendizagem do aluno.

Palavras-Chave: Mindfulness, Meditação, Atenção, Sistemas tutores inteligentes.

ABSTRACT

Students who are able to maintain attention in an activity present a better performance in school activities. The ability to focus on an activity is essential for the student to perform satisfactorily at school. Over the last two decades there has been an increase interest in studies on mindfulness and its positive effects on health, well-being and improvement of cognitive abilities. In the school context, mindfulness has shown to be a relevant technique for the improvement of the students' attention. Recent studies show that performing mindfulness sessions provides the student with improved attention, school performance, control of emotions, and relationships with teachers and peers. Although there are also a growing number of researches that uses computational resources to encourage the practice of mindfulness, there are few works that integrate the use of mindfulness in intelligent tutors systems or in other types of learning environments. In addition, none of the works proposes a personalized training to the characteristics of the learner. The present work proposes an agent that provides exercises of mindfulness that are guided and adapted to the students' mood and their experience in meditation. Through the data collected by the system, it is possible to select the most appropriate exercises for the student, as well to adjust the duration of the exercises. The agent aims to encourage the student to practice meditation techniques to improve attention and academic achievement and promote the general well-being of the student. As a case study, this agent was integrated to PAT2Math, an algebra intelligent tutoring system, for the evaluation with 41 students for 7 weeks. For evaluation purposes, 3 versions of the PAT2Math intelligent tutoring system were used. The first version used audios with narratives of meditation techniques without adaptation to the experience or mood presented by the student; the second version used 3 audio recordings that told the story of algebra and equations. The third and final version used 24 audio recordings with different meditation techniques and different durations so that the techniques used could be adapted to the student's experience and mood. The results of the evaluation showed that the practice of mindfulness in a guided and personalized way improves the attention of the student. However, possibly due to the duration of the experiment, no statistically significant evidence of a positive impact on student learning was found.

Keywords: Mindfulness, Meditation, Attention, Intelligent tutoring systems

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Visão interdisciplinar do campo da inteligência artificial aplicada a educação.....	36
Figura 2: Etapas do inner loop e do outer loop em um sistema tutor inteligente.....	41
Figura 3: Arquitetura do PAT2Math.....	43
Figura 4: Interface do PAT2Math	44
Figura 5: Treinamento virtual de <i>mindfulness</i> com um agente animado.....	46
Figura 6: Tai chi Virtual Studio	48
Figura 7: Equipamento utilizado no Virtual Meditative Walk.....	49
Figura 8: Desenho experimental para o uso de <i>mindfulness</i> no PAT2Math	50
Figura 9: Tela de reprodução do áudio no PAT2Math.....	51
Figura 10: Eyetribe	56
Figura 11: Mapa atencional feito no OGAMA.....	57
Figura 12: WebGazer.js em funcionamento	58
Figura 13: Mensagem de motivação exibida para o estudante	59
Figura 14: Adaptação do exercício baseada no humor do estudante e na experiência do estudante.....	60
Figura 15: Questionário para avaliar o nível de atenção do estudante.....	61
Figura 16: Questionário utilizado para detectar o humor do aluno	62
Figura 17: Arquitetura da aplicação	67
Figura 18: Funcionamento da aplicação de <i>mindfulness</i> em um STI	70
Figura 19: Fluxo das informações até o banco de dados	72
Figura 20: Questionário para avaliar o nível de atenção do aluno.....	73
Figura 21: Identificação do humor do aluno via questionário.....	74
Figura 22: Reprodução do áudio da meditação via API Iframe do YouTube	74
Figura 23: Respondendo ao último questionário para verificar a atenção do estudante.....	75
Figura 24: Desenho experimental da avaliação	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Mecanismos da atenção plena.....	22
Tabela 2: Programas de <i>mindfulness</i> aplicados em ambiente escolar	31
Tabela 3: Comparativo entre os trabalhos relacionados e o trabalho desenvolvido	53
Tabela 4: Perguntas utilizadas no questionário para avaliar a atenção do aluno	61
Tabela 5: Exercícios de meditação guiada utilizadas pela aplicação	65
Tabela 6: Mensagens da aplicação por nível	66
Tabela 7: Panorama dos alunos participantes da avaliação.....	79
Tabela 8: Visão geral dos questionários de atenção	80
Tabela 9: Tabelas dos resultados do questionário de avaliação do agente.....	86
Tabela 10: Dados do pré-teste e do pós-teste	90

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Progressão dos valores do primeiro questionário de atenção (V1)	81
Gráfico 2: Progressão dos valores do segundo questionário de atenção (V2)	82
Gráfico 3: Progressão dos valores do terceiro questionário de atenção (V3)	82
Gráfico 4: Média total por grupo no questionário de atenção	83

LISTA DE SIGLAS

ACT	Acceptance and Commitment Therapy
API	Application Program Interface
CAI	Computer Aided Instruction
CAMM	Child and Adolescent <i>Mindfulness</i> Measure
CAMS-R	Revised Cognitive and Affective <i>Mindfulness</i> Scale
CSS	Cascading Style Sheet
DOM	Document Object Model
EEG	Eletroencefalograma
FFMQ	Five Facet <i>Mindfulness</i> Questionnaire
FMI	Freiburg <i>Mindfulness</i> Inventory
HTML	HyperText Markup Language
ICAI	Intelligent Computer Aided Instruction
JSP	Java Server Pages
KIMS	Kentucky Inventory of <i>Mindfulness</i> Skills
MAAS	<i>Mindfulness</i> Attention Awareness Scale
MAAS-A	Mindful Attention Awareness Scale for Adolescents
MBCT	<i>Mindfulness</i> Based Cognitive Therapy
M-SEL	<i>Mindfulness</i> and Social-Emotional Learning
MBSR	<i>Mindfulness</i> Based Stress Reduction
MVC	Model-View-Controller
PAT2Math	Personal Affective Tutor to Math
PHMLS	Philadelphia <i>Mindfulness</i> Scale
RM	Ressonância Magnética
S-ART	Self-Awareness, Self-Regulation, and Self-Transcendence
SDQ-C	Strengths and Difficulties Questionnaire – Child Version
SEL	Social-Emotional Learning
SMQ	Southampton <i>Mindfulness</i> Questionary
STI	Sistema Tutor Inteligente
TDAH	Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade
TMS	Toronto <i>Mindfulness</i> Scale
VMW	Virtual Meditative Walk

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Objetivos	15
1.2 Organização do documento	16
2 MINDFULNESS	17
2.1 Visão geral	17
2.2 Intervenções baseadas em <i>mindfulness</i>	18
2.3 Mecanismos da atenção plena	20
2.3.1 Regulação da atenção	23
2.3.2 Consciência corporal	23
2.3.3 Regulação das emoções	24
2.3.4 Mudança de perspectiva	24
2.4 Efeitos da prática de <i>mindfulness</i> no cérebro	26
2.5 <i>Mindfulness</i> em contexto escolar	27
2.5.1 Medição dos efeitos do <i>mindfulness</i> em estudantes	30
2.5.2 Programas baseados em <i>mindfulness</i> desenvolvidos para o currículo escolar	31
2.6 Implantação de um programa de <i>mindfulness</i> em ambiente escolar	32
3 SISTEMAS TUTORES INTELIGENTES	34
3.1 Visão geral	34
3.2 Arquitetura de um sistema tutor inteligente	36
3.3 Funcionamento	40
3.4 PAT2Math	42
4 TRABALHOS RELACIONADOS	45
4.1 Treinamento virtual de <i>mindfulness</i>	45
4.2 Virtual Tai Chi training Studio	47
4.3 <i>Mindfulness</i> e realidade virtual	49
4.4 <i>Mindfulness</i> em sistemas tutores inteligentes.....	50
4.5 Detectando e evitando distrações durante a leitura no computador.....	52
4.6 Considerações finais.....	53
5 TRABALHO DESENVOLVIDO	55
5.1 A primeira versão – Experimento inicial.....	55
5.1.1 Funcionamento da primeira versão	56
5.1.2 Eye-tracking no navegador	57
5.2 Segunda versão – O trabalho desenvolvido.....	58
5.2.1 Questionário para inferir o nível de atenção do estudante	60
5.2.2 Identificando o humor do estudante	62
5.2.3 Exercícios de meditação escolhidos	63
5.2.4 Selecionando as meditações e mensagens	64
5.3 Arquitetura da aplicação	67
5.4 Implementação e integração com PAT2Math.....	68
5.5 Cenário de uso	73
6 AVALIAÇÃO E RESULTADOS	76
6.1 Materiais e métodos	76
6.2 Resultados	78
6.2.1 Avaliação dos níveis de atenção.....	79
6.2.2 Questionário de avaliação	84

6.2.3 Entrevistas	89
6.2.4 Ganhos na aprendizagem.....	89
6.3 Discussão sobre os resultados	90
7 CONCLUSÃO	92
Referências	94
APÊNDICE A – pós teste	104
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO PAT2MATH	106
APÊNDICE C – DADOS DO QUESTIONÁRIO DE ATENÇÃO DO GRUPO DE CONTROLE I (MEDITAÇÃO SEM ADAPTAÇÃO).....	110
APÊNDICE D - DADOS DO QUESTIONÁRIO DE ATENÇÃO DO GRUPO DE CONTROLE II (HISTÓRIA DA ÁLGEBRA)	114
APÊNDICE E - DADOS DO QUESTIONÁRIO DE ATENÇÃO DO GRUPO EXPERIMENTAL (MEDITAÇÃO GUIADA E ADAPTADA)	118
APÊNDICE F – DADOS DO QUESTIONARIO DE AVALIAÇÃO DO AGENTE.....	128

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas houve um crescimento dos casos de crianças e adolescentes com algum tipo de problema de ordem psicológica. O surgimento de doenças como ansiedade, depressão e outros problemas de natureza emocional ou de conduta que causam algum tipo de prejuízo na vida escolar, familiar ou nas demais relações sociais apresentam uma prevalência na ordem de 10% a 20%. (I et al., 2016). Ainda segundo os autores, transtornos neuropsiquiátricos são responsáveis por cerca de 45% dos casos de incapacitação dos jovens com idade entre 10 e 24 anos de idade. Além disso, um estudo conduzido por Vianna e Andrade (apud I et al., 2016, p.2) aponta que a idade média para o surgimento de algum transtorno de ordem psicológica é de aproximadamente 13 anos.

Nos últimos anos o transtorno de déficit de atenção e hiperatividade (TDAH) tem chamado a atenção dos profissionais da educação e da saúde. Neste transtorno, a pessoa tem dificuldade de manter a atenção, tendo assim, prejuízo durante o processo de aprendizagem (VAN DER OORD; BÖGELS; PEIJNENBURG, 2012). Neste contexto, *mindfulness* tem sido utilizada como uma ferramenta para auxiliar os estudantes a melhorar a atenção. Além disso, nos últimos anos, estudos apontam que a prática regular de *mindfulness* produz melhora na comunicação entre os neurônios e alterações na estrutura cerebral, como por exemplo, o aumento no volume da matéria cinzenta do cérebro. (DAVIDSON et al., 2003a). Tais alterações estruturais do cérebro resultam em uma melhora nas habilidades cognitivas do indivíduo. (DAVIDSON, 2007).

Este trabalho visa realizar a integração de meditação para o treinamento da atenção em um sistema tutor inteligente a fim de melhorar a atenção dos estudantes e, por consequência, este aumento da capacidade de manter o foco e atenção reflita de forma positiva na aprendizagem. O trabalho desenvolvido conta também um conjunto de mensagens motivacionais que se adaptam ao nível de experiência do aluno em meditação. Através destes mecanismos além de melhorar a atenção espera-se também incentivar os estudantes a praticarem estas técnicas e assim autorregular a sua capacidade atencional.

1.1 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é verificar e validar a seguinte hipótese de pesquisa: “A utilização de técnicas de *mindfulness* adaptadas ao humor e ao tempo de prática do estudante em um sistema tutor inteligente podem melhorar a atenção do estudante e resultar em uma melhora na aprendizagem”. Assim sendo, este trabalho tem como objetivo geral verificar se o uso de técnicas de meditação melhora a capacidade do estudante de manter a atenção durante o uso de um sistema tutor inteligente. O diferencial deste trabalho em relação ao estado da arte é que a apresentação das técnicas de meditação ao estudante será feita de forma adaptada, levando em consideração o humor do estudante e seu tempo de experiência em técnicas de meditação e atenção plena. O sistema armazena o histórico do aluno tanto de humor, quanto seu tempo de exposição às técnicas de meditação para que seja fornecido um treinamento de *mindfulness* guiado e adaptado para cada estudante.

Em relação aos objetivos específicos pretende-se: a) verificar se a utilização de técnicas de meditação para o desenvolvimento da atenção plena do estudante melhora a atenção e consequentemente o desempenho escolar do estudante; b) verificar se o uso da meditação em sistemas tutores inteligentes é capaz de motivar o aluno a monitorar o seu nível de atenção e de buscar formas de melhorar esta habilidade.

Para alcançar o objetivo geral e os objetivos específicos, este trabalho propõe o desenvolvimento de um modelo computacional capaz de fornecer ao estudante um treinamento guiado e adaptado de *mindfulness* a fim de melhorar sua atenção nos estudos dentro do STI PAT2Math. De forma geral, o modelo desenvolvido apresentará ao aluno gravações de áudio que fornecerão uma forma de meditação guiada que visa melhorar a atenção do aluno e levar a reflexão de como está a sua atenção e quais ações o próprio estudante pode tomar para melhorar a habilidade de focar sua atenção nas atividades escolares.

1.2 Organização do documento

O primeiro capítulo desta dissertação apresenta a introdução do trabalho desenvolvido, a motivação para o seu desenvolvimento, os objetivos gerais e específicos do trabalho e de que forma este trabalho pode contribuir para os estudos relacionados a sistemas tutores inteligentes. O segundo capítulo apresenta o referencial teórico e os trabalhos científicos relacionados à *mindfulness*, seus conceitos e aplicações na área da saúde e educação. O terceiro capítulo apresenta os conceitos, módulos e o funcionamento dos sistemas tutores inteligentes, bem como apresenta o STI PAT2Math, o sistema tutor inteligente onde será realizado o estudo de caso desenvolvido neste trabalho. O capítulo quatro apresenta os trabalhos relacionados. No quinto capítulo descreve o trabalho desenvolvido nesta dissertação, neste capítulo são apresentados os aspectos técnicos da implementação do software e sua integração com o STI, além do relato dos desafios e dificuldades da implementação de um sistema que guie a meditação do aluno, a metodologia utilizada para a sua execução. No sexto capítulo são descritos o processo de avaliação com os grupos de controle e o grupo experimental. Finalmente, no capítulo sete são apresentadas as conclusões deste trabalho.

2 MINDFULNESS

Este capítulo descreve os principais conceitos sobre *mindfulness* sua aplicação na área da saúde, e principalmente como o as técnicas de atenção plena podem ser aplicadas na área da educação para melhorar a atenção, o desempenho e as habilidades sociais dos estudantes.

2.1 Visão geral

As técnicas de *mindfulness* passaram a ser utilizadas na medicina comportamental a partir dos programas de redução de estresse desenvolvidos por Jon Kabat-Zinn (KABAT-ZINN, 2003; KABATT-ZINN, 1998). Este conceito tem origem nas práticas orientais de meditação, tais como: Zazen, Vipassana, Consciência Plena e Metta. (KABAT-ZINN, 1982; KABATT-ZINN, 1998).

Mindfulness é uma maneira de prestar atenção no momento presente, usando técnicas de meditação, respiração e Yoga.(SHAPIRO et al., 2008) Ela ajuda o indivíduo a ser mais consciente de seus pensamentos e sentimentos, sem se deixar ser dominados por eles. Praticar *mindfulness* pode dar maior conhecimento sobre as emoções, melhorar a capacidade de foco e atenção, além de melhorar as relações interpessoais. Há consistentes evidências científicas de que *mindfulness* auxilia no tratamento de estresse, depressão, ansiedade e comportamentos de dependência; bem como um efeito positivo sobre problemas físicos e metabólicos como hipertensão, problemas cardíacos e dores crônicas. (BROWN; RYAN, 2004; OMAN et al., 2008)

Mindfulness (traduzido para português como atenção plena) é a tradução comumente aceita para o termo “Satti” esta palavra é utilizada no idioma Pali para expressar a ideia de recordar-se constantemente de algo, ou ainda prestar atenção em alguma coisa. (DRYDEN; STILL, 2006). Nos estudos científicos e na prática clínica, *mindfulness* é definida como “Prestar atenção de forma particular e intencional no momento presente, sem julgamento, com abertura e curiosidade”. (KABATT-ZINN, 1998). *Mindfulness* pode ser definido também como um estado mental de consciência plena que envolve estar consciente no momento presente. (BISHOP et al., 2004).

Para se atingir o estado de atenção plena (*mindfulness*), são utilizadas técnicas de meditação, tais como: Meditação Vipassana, Meditação Zazen, Yoga e técnicas de respiração. Uma das técnicas mais utilizadas é a meditação Zazen. Ela consiste em sentar-se em uma posição confortável, utilizando uma esteira, uma almofada, ou até mesmo uma cadeira. O praticante deve permanecer sentado e com a coluna ereta. Quanto ao estado mental, o indivíduo concentra a atenção em sua respiração. No entanto, para Shapiro (2008), *mindfulness* é um conceito que vai além da meditação. Na sua visão, as técnicas de meditação são apenas um dos caminhos possíveis para desenvolver o estado de *mindfulness*.

Existe um grande número de trabalhos científicos que relaciona a utilização de *mindfulness* aos excelentes resultados no tratamento de controle da dor (THOMPSON et al., 2008), depressão (GROUP, 2006), ansiedade (BEAUCHEMIN; HUTCHINS; PATTERSON, 2008; FRANK; JENNINGS; GREENBERG, 2013), transtornos de déficit de atenção e

hiperatividade (ZYLOWSKA et al., 2008). Todos os trabalhos citados anteriormente estão relacionados com a aplicação de terapias baseadas em *mindfulness* em adultos. Somente nos últimos anos surgiu o interesse de estudar os benefícios da meditação e da atenção plena em crianças e adolescentes em idade escolar. (ZOOGMAN et al., 2015).

As primeiras pesquisas de aplicação de treinamento para atenção plena em crianças são relatadas por Saltzman e Goldin (apud BURKE, 2010). Tais estudos obtiveram resultados positivos, tais como, melhora na capacidade de atenção, diminuição dos índices de ansiedade e melhora nas habilidades sociais e da capacidade de empatia e de autocompaixão. Estes resultados colaboraram para que houvesse também uma melhora no desempenho cognitivo e mais facilidade para se focar na execução de atividades que exigissem tal habilidade. O uso de *mindfulness* refletiu de forma positiva no comportamento de crianças e jovens em idade escolar. (BURKE, 2010).

Pesquisas apontam que a prática constante de *mindfulness* traz inúmeros benefícios ao praticante. Estudos indicam que *mindfulness* é extremamente benéfico para a melhora da vitalidade, qualidade de vida, qualidade nas relações humanas, redução da ansiedade e estresse. (DAVIDSON; GOLEMAN; SCHWARTZ, 1976; KENG; SMOSKI; ROBINS, 2011). Através da atenção plena as pessoas tornam-se capazes de ver os eventos cotidianos através de uma perspectiva mais objetiva, sem se deixar levar por impulsos passageiros., Isto faz com que o indivíduo seja capaz de autorregular seus pensamentos, emoções e reação fisiológicas.(KENG; SMOSKI; ROBINS, 2011).

Em relação aos jovens em idade escolar, o *mindfulness* promove uma melhora em vários processos necessários durante a aprendizagem, tais como: uma maior estrutura de resiliência e preocupação com falhas, uma melhor acurácia de julgamento, resolução de problemas, eficiência acadêmica e um aumento no comprometimento com as atividades escolares. (DANE; BRUMMEL, 2013).

2.2 Intervenções baseadas em *mindfulness*

Para se atingir o **estado de atenção plena** (*mindfulness*), é necessária a prática constante das **técnicas de meditação** utilizadas nos programas de treinamento. Mas é importante salientar que *Mindfulness* não é uma técnica de meditação, mas sim um estado de consciência que é alcançado através das técnicas de meditação como por exemplo: meditação passiva (normalmente praticada em posição sentada, de olhos fechados e em silêncio), a meditação ativa (praticada em movimento, durante uma caminhada por exemplo) e até mesmo através da Ioga.

Uma das técnicas de meditação mais utilizadas para se atingir o estado de atenção plena, ou *mindfulness* é o monitoramento da respiração, onde o praticante volta a sua atenção para as sensações corporais ao inspirar e expirar. Este exercício tem a duração recomendada entre 1 e 5 minutos para os praticantes com pouca ou nenhuma experiência. (WILLIAMS; PENMAN (2011). Posições da Ioga podem ser utilizadas durante a prática do escaneamento corporal, além disso, *mindfulness* pode ser praticada durante a execução de atividades comuns do cotidiano, tais como: caminhadas, durante o banho e até mesmo durante as refeições.(BAER, 2003).

Outra técnica largamente utilizada é a prática de alongamento. Durante o exercício, é explorada cada sensação do corpo como a tensão muscular, dor, entre outras. Além disso, são utilizadas também posturas e exercícios de respiração provenientes da Yoga. Em todos os tipos de práticas, o objetivo principal é manter a atenção no processo de respiração, tanto durante a inspiração, quanto na expiração. O praticante deve também observar seus pensamentos, sentimentos, emoções ou quaisquer outros conteúdos sem querer mudá-los ou controlá-los, ou seja, o praticante deve apenas viver o momento presente, sem se preocupar com o passado ou com o futuro.(BAER, 2003).

Segundo o trabalho de Baer (2003), uma das técnicas mais comuns é conhecida como meditação *Zazen*, uma técnica de meditação que tem suas origens no budismo. O participante deve sentar-se em uma cadeira ou em uma almofada e concentrar sua atenção na sua respiração. O praticante deve direcionar a sua atenção ao momento da inspiração e em seguida para expiração, se a pessoa perceber que se distraiu com um pensamento ou uma emoção, esta é imediatamente reconhecida e aceita, e o participante volta a se concentrar na sua respiração. Neste processo, o praticante aprende a aceitar, sem julgar, cada distração. O indivíduo aprende que pensamentos ou emoções não são permanente e portanto, não definem a personalidade do indivíduo.

O estado de mindfulness pode ser treinado e estimulado também em atividades rotineiras do dia a dia, tais como: subir uma escada, trabalhar, realizar uma atividade doméstica, etc. Para isso, o praticante deve voltar a sua atenção para o momento atual, sem julgar ou racionalizar o que está acontecendo. Este tipo de exercício permite vivenciar sem preconceitos experiências positivas e negativas. Ao estar atento no aqui e no agora, pode-se lidar de forma mais criativa com situações do cotidiano.

Mindfulness tem sido utilizado na psicologia moderna como uma abordagem que busca a sensibilização do indivíduo e o aumento de sua capacidade de responder habilmente aos processos que contribuem para o surgimento de problemas emocionais e comportamentais. Uma das abordagens que tem despertado o interesse dos pesquisadores das aplicações clínicas de *mindfulness* é o programa MBSR (*Mindfulness Based Stress Reduction*). Esse é um programa de redução do stress baseado em *mindfulness*, desenvolvido por John Kabat-Zinn para o tratamento de pacientes com dor crônica. (KABAT-ZINN, 1982; KABAT-ZINN; LIPWORTH; BURNEY, 1985; KABATT-ZINN, 1998). Atualmente, o programa MBSR é amplamente utilizado para o tratamento de pacientes com transtornos emocionais e comportamentais. (KABATT-ZINN, 1998).

A ACT (Acceptance and Commitment Therapy), terapia de aceitação e compromisso, é uma outra possibilidade de treinamento baseado em *mindfulness*. Este protocolo é amplamente utilizado para tratamento de vários transtornos psicológicos e comportamentais, entre os quais: depressão pós-parto, distúrbios alimentares, síndrome do pânico, transtorno obsessivo compulsivo, fobias, estresse, problemas de raiva, problemas de sono, questões de relacionamento, etc. A ACT foi desenvolvida a partir da releitura contextualizada do processo terapêutico. (HAYES, 1999 apud ZOOGMAN et al., 2015 p.293). O principal objetivo a ser alcançado pela ACT é que o indivíduo deixe de se esquivar das experiências vivenciadas; esta atitude é vista como uma fonte de sofrimento. A ACT promove a aceitação de pensamentos e

emoções como eles realmente são. A partir do momento em que o indivíduo é submetido a esta terapia ele é ensinado a lutar contra o hábito de avaliar constantemente seus sentimentos. Desta forma a pessoa é encorajada a agir de forma produtiva no meio social onde está inserida. (ZOOGMAN et al., 2015).

Os mais recentes tipos de tratamento psicológico também têm utilizado cada vez mais abordagens relacionadas a terapias baseadas em *mindfulness*. A Terapia Comportamental Dialética tem sido aplicada com bons resultados para o tratamento de pacientes com tendência de automutilação, tendências suicidas e com transtorno de Borderline. (LINEHAN apud BISHOP et al., 2004).

Outra abordagem possível para os programas de *mindfulness* é a MBCT (*Mindfulness Based Cognitive Therapy*), a terapia cognitiva baseada em *mindfulness*. Este programa foi desenvolvido por Seagal, William e Teasdale (2002 apud WILLIAMS et al., 2014 p.276) para auxiliar pacientes que sofrem de depressão. O programa tem duração total sugerida de oito semanas. Ao final da pesquisa, os resultados obtidos foram extremamente promissores: houve redução nos índices de novas crises depressivas, e os pacientes relataram a redução da aflição psicológica. (MA; TEASDALE, 2004; OSTAFIN et al., 2006; TEASDALE et al., 2000).

Independentemente da abordagem terapêutica utilizada, todas elas convergem para um ponto em comum: O praticante não deve desejar controlar seus pensamentos ou emoções, também não deve julgar se um determinado pensamento é bom ou mau., Ele deve apenas observá-los e aceitar sua natureza. As técnicas de *mindfulness* não são específicas para um determinado tipo de distúrbio apresentado pelo paciente, constituindo assim, mais uma técnica terapêutica disponível para auxiliar as pessoas a alcançarem uma melhor qualidade de vida.

2.3 Mecanismos da atenção plena

Nas últimas duas décadas o conceito de *mindfulness* como um estado, processo ou uma intervenção tem sido utilizado com sucesso no contexto de saúde clínica e de psicologia. A aplicação de *mindfulness* é um tanto quanto complexa pois existe uma certa dificuldade de mensurar os resultados obtidos. Além disso, existe uma pluralidade cultural acerca da sua origem, dos conceitos envolvidos e da distinção entre o uso comum e o uso terapêutico. (BAER, 2003).

Existem dois modelos de meditação para cultivar a atenção plena. O primeiro é o modelo tradicional presente a 2500 anos na cultura e na ciência budista; o outro é o modelo contemporâneo que possui 25 anos e tem sua origem nos trabalhos publicados por Jon Kabatt-Zinn. Tanto o modelo tradicional quanto o contemporâneo têm como meta reduzir o sofrimento, aumentar as emoções positivas e melhorar a qualidade de vida.(WELLS et al., 2013; WOLKIN, 2015).

Para eliminar as dificuldades de conceituação e aplicação de *mindfulness* em ambientes terapêuticos e mais recentemente em ambientes escolares e corporativos, Vago e Silbersweig (2012) construíram um modelo teórico para um melhor entendimento dos mecanismos envolvidos no *mindfulness*. O trabalho centra-se na transformação do indivíduo e os sistemas

neurais envolvido na autoconsciência, regulamentação e transcendência (self-awareness, self-regulation, and self-transcendence; S-ART). Este estudo busca a integração do modelo tradicional e contemporâneo da atenção plena. O modelo S-ART proposto utiliza a premissa de que a percepção, emoções e cognições relacionadas a experiências comuns podem ser distorcidas e tendenciosas e esta distorção pode estar relacionada a algum tipo de psicopatologia. Assim, neste contexto, a atenção plena é descrita como uma terapia para reduzir tais preconceitos através de um treinamento mental que desenvolva no paciente uma metaconsciência de si (autoconhecimento), uma capacidade de gerir eficazmente ou de alterar uma resposta ou impulso (autorregulação) e o desenvolvimento de uma relação positiva entre o eu e o próximo que transcende a necessidade de ser o centro das atenções e aumenta as habilidades de interação social (autotranscendência). (VAGO; SILBERSWEIG, 2012).

O modelo S-ART é composto por seis componentes que objetivam o aperfeiçoamento do praticante de mindfulness. Estes componentes são: (1) intenção e motivação; (2) regulação da atenção; (3) regulação da emoção; (4) extinção e reconsolidação das memórias e lembranças; (5) aceitação social; (6) desapego e descentralização.

O modelo S-ART proposto por Vago (2012) postula que:

- 1) **Motivação e intenção:** Existem dois tipos de motivação: a intrínseca (interna) e a extrínseca (externa). A primeira refere-se a um desejo interno para se obter uma recompensa, enquanto o segundo tipo refere-se ao desejo de se evitar alguma sanção ou punição. A intenção refere-se a um plano de ação proposital selecionado de forma consciente.
- 2) **Regulação da atenção:** A regulação da atenção consiste na mudança voluntária e consciente do objeto foco da atenção. Este processo de regulação e controle da atenção permite gerenciar explicitamente quando e onde o objeto foco da atenção é alterado.
- 3) **Regulação da emoção:** Este é um mecanismo que atua de forma semelhante à regulação da atenção. Seu funcionamento ocorre de forma parcialmente redundante à regulação da atenção, modulando a resposta emocional através da diminuição do processamento de pensamentos e sentimentos.
- 4) **Extinção e reconsolidação:** A exposição, extinção e a reconsolidação são mecanismos importantes para a redução da ansiedade e medo. A extinção, por sua vez, não apaga a lembrança original associada a uma ideia ou pensamento, e sim permite atribuir um novo significado a uma memória quando esta é recuperada ou quando um determinado estímulo dispara um determinado comportamento.
- 5) **Aceitação social:** Os seres humanos são seres feitos para o convívio em sociedade, além de serem dotados de capacidade cognitiva social, ou seja, a habilidade de compreender comportamentos, intenções e crenças. Comportamentos como simpatia, empatia e altruísmo são traços importantes deste componente. Este comportamento visa sempre beneficiar o próximo de forma voluntária.

- 6) **Desapego e descentralização:** Um dos principais objetivos a serem alcançados pelos praticantes de meditação é o desapego ao “EU”, fornecendo ao praticante os meios para que o mesmo seja capaz de fazer a separação do indivíduo e dos seus pensamentos, sentimentos e emoções. A descentralização é um processo que permite que o indivíduo separe suas emoções, sentimentos e experiências de quem ele realmente é. Segundo este componente, através do treinamento de *mindfulness* é possível promover a flexibilização do processamento das informações, permitindo assim a separação da consciência autobiográfica e da consciência experiencial.

A fim de apoiar o modelo S-ART são utilizados seis componentes cognitivos que se integram e são reforçados por meio do treinamento da atenção plena. Estes componentes são: a intenção e motivação, atenção e regulação emocional, extinção e reconsolidação, comportamento pró-social, não apego e descentramento. Assim, ao invés de reduzir o *mindfulness* a um quadro unidimensional, o S-ART descreve o *mindfulness* de forma mais ampla, com impacto fisiológico, cognitivo, emocional e comportamental. Na tabela 1 são apresentados os principais mecanismos presentes na prática da atenção plena, como estes mecanismos agem e quais regiões do cérebro são ativadas durante o *mindfulness*.

Para a construção do quadro teórico proposto por Vago e Silbersweig são utilizados elementos presentes no trabalho proposto por Hölzel e seus colegas (2011). Ambos os trabalhos descrevem a forma de atuação destes componentes para constituir um mecanismo de autorregulação. Os componentes que constituem o mecanismo de atuação do *mindfulness* são descritos nas seções seguintes. (HOLZEL et al., 2011).

Tabela 1: Mecanismos da atenção plena

Componente	Exemplo de Instrução	Autorrelato da experiência e descobertas comportamentais	Área do cérebro associada.
Regulação da Atenção	Manter a atenção em um objeto escolhido. Sempre que se distrair, volte a atenção para o objeto alvo.	Melhora da Atenção. Diminui o efeito de intermitência da atenção.	Córtex cingulado anterior
Consciência Corporal	Normalmente, o foco é uma sensação corporal ou uma experiência interna, tais como respiração, emoções.	Aumento da consciência corporal.	Insula, junção temporoparietal
Regulação das emoções - Reavaliação	Abordagem baseada em reações emocionais (sem julgamento e com aceitação)	Melhora na reavaliação positiva.	Córtex pré-frontal
Regulação das emoções – Exposição, Extinção e Reconsolidação	Expor-se a toda e qualquer reação no campo da consciência,	Melhora na não reação às experiências e eventos interiores.	Hipocampo, amígdala

	deixando-se atingir não reação.		
Mudança da própria perspectiva	Desapego dos sentimentos estáticos de autoestima.	Auto relato de mudanças na própria autoestima.	Córtex Pré-frontal, Córtex Cingulado posterior, insula, junção Temporoparietal

Fonte: traduzido de Hölzel (2011)

2.3.1 Regulação da atenção

Muitas formas de meditação destacam a necessidade de o praticante cultivar o controle da atenção. Geralmente, é recomendado que o praticante faça técnicas de meditação voltadas para a atenção e foco antes de aprender outras técnicas de meditação, tais como a meditação que busca o cultivo das emoções positivas no indivíduo. A meditação focada na atenção deve ser voltada para um único alvo e, toda vez que a mente do praticante se afastar do objeto alvo, este deve fazer a sua atenção retornar para o objeto escolhido. Na meditação *mindfulness*, a instrução mais comum para este objetivo é: “Concentre-se na sua inspiração e expiração. Tente manter sua atenção voltada para sua respiração. Se você se distrair, volte sua atenção para sua respiração e comece novamente”. (HOLZEL et al., 2011).

Relatos dos praticantes regulares de meditação apontam que esta prática lhes permite manter a atenção focada em um objetivo por tempo maior, além de reduzir o número de vezes que o praticante se distrai durante a prática de meditação. Além disso, um número considerável de estudos empiricamente documentados aponta que o foco e atenção nas tarefas diárias foi significativamente melhorado em indivíduos que praticam *mindfulness* regularmente. (HURK, 2010; JHA; KROMPINGER; BAIME, 2007).

Durante a prática de *mindfulness*, toda e qualquer distração com eventos externos, bem como memórias ou pensamentos sobre eventos futuros representam conflitos com o objetivo da tarefa. O praticante deve desconsiderá-los enquanto se concentra no objetivo da meditação (respiração, sensações corporais, pensamentos, emoções, um mantra ou uma imagem).

Dois experimentos apontaram que praticantes de *mindfulness* experientes tiveram um desempenho melhor em tarefas que exigiam atenção em sua execução quando comparados com indivíduos não praticantes de *mindfulness*, como indicado pela menor pontuação de erros e menores tempos de reação. (HURK, 2010; JHA; KROMPINGER; BAIME, 2007; VAN DEN HURK et al., 2011) Além disso, um estudo longitudinal demonstrou que apenas cinco dias de prática de meditação levou a melhorias neste teste. (TANG et al., 2007).

2.3.2 Consciência corporal

Consciência corporal pode ser entendida como a capacidade que o indivíduo tem de perceber sensações corporais sutis. Na prática de *mindfulness*, o foco da atenção normalmente é um elemento de alguma experiência interna: experiências sensoriais da respiração, das emoções ou de outras sensações corporais. Praticantes de *mindfulness* relatam que a prática de

prestar atenção nas sensações corporais resulta em uma melhora da consciência corporal. (MEHLING et al., 2009).

Para Baer e seus colegas (2004) uma maior consciência corporal também é sugerida como uma condição importante para a melhora da resposta empática. Uma observação mais atenta, seguida de uma avaliação com o questionário de avaliação das habilidades de atenção plena de Kentucky, aponta indícios de que um maior grau de atenção plena está associado a um aumento no engajamento da empatia. Outra pesquisa do campo da neurociência aponta que certas regiões do cérebro (ínsula e junção temporoparietal) são afetadas tanto na consciência das próprias sensações e emoções, quanto na cognição social e nas respostas empáticas. (SINGER; DOLAN; FRITH, 2004). Segundo SHAPIRO et al. (2008), o aumento das atividades destas regiões ocasionado pelo treino de meditação, pode, portanto, também melhorar a resposta empática do praticante, bem como o sentimento de compaixão do indivíduo para com o próximo.

Em resumo, sensações corporais são um instrumento muito utilizado na prática de *mindfulness*, e os praticantes relatam melhora na consciência corporal. Embora não existam dados comportamentais que apoiem este aumento da consciência corporal, dados neurocientíficos apontam que houveram alterações em estruturas cerebrais relacionadas à consciência corporal e regulação das emoções. Dessa forma, essa pode ser uma abordagem para tratamento de pessoas com este tipo de déficit, além de auxiliar estudantes na melhora da atenção focada nos estudos e na melhora das habilidades relacionadas à interação social com colegas e professores.

2.3.3 Regulação das emoções

Segundo Oschner e Gross (2005), “Regulação das emoções é definida como um conjunto de estratégias conscientes e inconscientes para manter, aumentar ou diminuir a intensidade das respostas emocionais.”

O trabalho de Oschner e Gross, (2005) sugere que a prática frequente de meditação promove uma melhora na regulação das emoções. Por regulação das emoções, entende-se a alteração de respostas emocionais em curso através de processos regulatórios.

Existem várias propostas para atingir a regulação das emoções. Oschner e Gross (2005) sugeriram uma distinção entre a regulação comportamental (por exemplo, suprimindo o comportamento expressivo) e a regulação cognitiva. A regulação cognitiva pode contar com técnicas para o controle da atenção (por exemplo, falta de atenção seletiva para estímulos emocionais, realizando tarefas adicionais como forma de distração, a fim de evitar pensar em sentimentos e emoções não positivas). Existe ainda a possibilidade de realizar uma alteração cognitiva (por exemplo, a reavaliação de estímulos).

2.3.4 Mudança de perspectiva

Segundo Olendzki (2010 apud TANG et al., 2015 p. 219), a essência da psicologia budista reside no pensamento de que o “Eu” não é algo permanente, imutável. Em vez disso, a percepção que o indivíduo tem de si mesmo é algo em constante mudança. Um processo mental contínuo e tão veloz que o leva a impressão de que sua personalidade é permanente.

Quanto maior o tempo de prática de *mindfulness*, mais os praticantes relatam um aumento da clareza e da consciência sobre os processos mentais que acontecem durante a meditação. (MACLEAN et al., 2011). Essa maior nitidez provoca no indivíduo o surgimento de uma meta-consciência, ou seja, o meditador passa a monitorar de forma consciente todos os processos que envolvem a meditação da atenção plena. Quando o praticante atinge este nível de consciência tem início um processo de libertação. De acordo com a filosofia budista, esta é a chave para que o praticante de *mindfulness* alcance uma vida plena e feliz.

O trabalho realizado por Kerr e colegas, (2011) avaliou a mudança de perspectiva através do autorrelato de participantes de um programa de terapia *mindfulness* do tipo MBSR com duração de oito semanas. Os questionários de avaliação e sobretudo os autorrelatos fornecidos pelos participantes mostraram grandes mudanças após a conclusão do programa. Estas alterações podem ser resumidas como uma autorrepresentação mais positiva, mais autoestima e maior aceitação de si próprio. Um estudo transversal (HAIMERL; VALENTINE, 2001) que analisou as escalas autoconceito de temperamento e caráter de meditadores budistas com diferentes níveis de experiência descobriu que a meditação aumentou cada uma das escalas. Os meditadores experientes apresentaram um autoconceito mais positivo relacionado a um comportamento não patológico. Este estudo apresentou resultados significativos para apoiar a hipótese de que a prática constante de *mindfulness* auxilia os praticantes a terem uma imagem mais positiva de si próprio e a diminuição dos sintomas de patologias como depressão e ansiedade.(HAIMERL; VALENTINE, 2001; KERR; JOSYULA; LITTENBERG, 2011; WELLS et al., 2013).

A regulação da atenção é especialmente importante para que os outros mecanismos possam atuar; a atenção focada é fundamental para que os profissionais possam ter uma maior consciência das sensações corporais e assim reconhecer mais facilmente o surgimento das emoções. A capacidade de manter a atenção focada nos estímulos condicionados também é um pré-requisito para a extinção bem-sucedida das respostas condicionadas; a consciência corporal está intimamente ligada às mudanças da visão que o praticante tem de si e, por fim, a mudança de perspectiva que o indivíduo tem sobre si pode resultar em uma reavaliação das situações negativas gerando um sentimento mais positivo acerca das experiências vivenciadas por ele. (GARLAND; GAYLORD; FREDRICKSON, 2011).

Para que se possa mensurar os benefícios e o impacto no bem-estar fisiológico, cognitivo, emocional e comportamental, é necessário medir os resultados psicoterapêuticos, e para esse fim existem pelo menos oito escalas desenvolvidas para a avaliação das terapias baseadas em *mindfulness*; são elas: *Mindfulness Attention Awareness Scale* (MAAS), a escala *mindfulness* de atenção e consciência (BROWN; RYAN, 2004); *Southampton Mindfulness Questionnaire* (SMQ) (CHADWICK et al., 2008); *Philadelphia Mindfulness Scale* (PHMLS) (CARDACIOTTO et al., 2008); *Toronto Mindfulness Scale* (TMS) (LAU et al., 2006); *Freiburg Mindfulness Inventory* (FMI) (WALACH; BUCHHELD; BUTTENMU, 2006); *Revised*

Cognitive and Affective *Mindfulness* Scale (CAMS-R) (FELDMAN et al., 2007); Kentucky Inventory of *Mindfulness* Skills (KIMS) (BAER; SMITH; ALLEN, 2004) e a Five Facet *Mindfulness* Questionnaire (FFMQ) (BAER et al., 2006b). A FFMQ é um dos métodos de avaliação mais completos, pois mede os valores nos cinco parâmetros existentes na avaliação realizada por autorrelato. Os cinco parâmetros avaliados são: (1) maior capacidade de observar experiências internas e externas (observação); (2) maior capacidade de rotular e descrever experiências, sentimentos, imagens e pensamentos (descrição); (3) maior capacidade de agir com a consciência centrada no momento presente, em vez de centrar-se no passado ou no futuro (agindo com consciência plena); (4) maior capacidade de não avaliar e de não julgar pensamentos, imagens, experiências e sentimentos externos (não julgamento); e (5) maior capacidade de deixar pensamentos, imagens e sentimentos irem e virem sem reagir ou se deixar levar por eles (não reatividade). (BAER et al., 2006a). A mudança de atitude em relação a estes cinco parâmetros é bastante percebida no indivíduo que participa de terapias baseadas em *mindfulness* e vem acompanhada de uma melhora nos sintomas de estresse, ansiedade, irritabilidade e depressão.

2.4 Efeitos da prática de *mindfulness* no cérebro

Para compreender o funcionamento de mecanismos neurais subjacentes à atenção plena foram realizados estudos com a utilização de equipamentos de diagnóstico por imagem como o eletroencefalograma (ECG) (LUTZ et al., 2007, 2004) e ressonância magnética (RM) (FARB et al., 2007). Recentemente, um número algumas pesquisas realizadas através de ressonância magnética têm demonstrado que meditadores experientes possuem alterações tanto na forma quanto no volume da matéria cinzenta do cérebro quando comparados com indivíduos que não praticam meditação. (HODIE; LZEL et al., 2008). Enquanto a maior parte das regiões do cérebro tem sido relatadas e identificadas em apenas um dos estudos, os resultados divergentes acontecem provavelmente em virtude das diferenças nas características dos participantes, nos tipos de meditação e nos métodos de análise dos resultados (BREWER et al., 2011; TANG; HÖLZEL; POSNER, 2015). Entretanto, os grupos apresentaram diferenças nos resultados referentes ao hipocampo e à insula inferior direita em pelo menos dois dos estudos. Além disso, foi relatada a ativação de ambas as regiões durante estados meditativos; no hipocampo (HODIE; LZEL et al., 2008) e na insula inferior direita (FARB et al., 2007). O hipocampo é conhecido por estar relacionado à aprendizagem e aos processos de memorização e nas funções de controle emocional (MILAD et al., 2005), enquanto a insula desempenha funções importantes no processo de consciência. (CRAIG, 2009). Segundo Bishop et al. (2004), as funções relacionadas à consciência, memória e controle emocional são extremamente importantes para que a meditação *mindfulness* produza bons resultados. Um crescente número de trabalhos tem demonstrado que os sistemas neurais são redes modificáveis através de treinamento. Estudos longitudinais mostraram um aumento na atividade da matéria cinzenta como efeito da aquisição de informações abstratas (DRAGANSKI et al., 2006) habilidades motoras (BUSCH et al., 2004). Estudos transversais têm estabelecido que o aumento do volume de matéria cinzenta corresponde a uma melhora funcional na área correspondente. (MILAD et al., 2005), mostrando o impacto positivo do *mindfulness* nas funções neurofisiológicas.

Além da melhora das funções neurofisiológicas, a atenção é diretamente impactada - pela prática de *mindfulness*. Já na década de 70 alguns testes neuropsicológicos demonstravam que quanto maior a experiência do meditador maior a sua capacidade de manter a atenção. (DAVIDSON; GOLEMAN; SCHWARTZ, 1976). Tais índices são comprovados através de testes que medem a capacidade cognitiva e neural dos participantes. Um destes trabalhos é a pesquisa conduzida por Lutz e colegas (2004). Através da utilização de exames de Tomografia Computadorizada e medição de ondas gama, o autor afirma: “meditadores budistas experientes tem respostas cerebrais que indicam uma maior capacidade de concentração e atenção em comparação com o grupo de controle”. (LUTZ et al., 2004).

Os trabalhos de Lutz e seus colegas (2007) e de Carter e colegas (2005 apud MOORE; MALINOWSKI, 2009 p.176) também apontam diferenças significativas na habilidade de manter a atenção dos praticantes de meditação. Além disso, o trabalho de Zeidan e seus colegas (2010) identificou a alteração da capacidade de manter o foco e atenção, além de perceber mudanças positivas no humor dos praticantes após quatro dias de práticas de meditação. Segundo o autor: “Os resultados obtidos ao comparar o desempenho dos praticantes de meditação iniciantes com os resultados dos praticantes experientes. Nosso protocolo de treinamento demonstrou que com 20 minutos de meditação durante quatro dias produzem uma melhora consistente na execução de tarefas que exigem atenção sustentada.” (ZEIDAN et al., 2010).

A pesquisa realizada por Slagter et al., (2007) demonstrou através da tarefa de “pisar intencional. O autor afirma: “As pessoas que participaram de um treinamento de *mindfulness* com duração de três meses tiveram uma redução significativa na alocação de recursos do cérebro para detectar o primeiro estímulo da tarefa, seguido de um aumento na capacidade de detectar o segundo estímulo, sem que houvesse comprometimento na habilidade detectar o primeiro estímulo.”. (SLAGTER et al., 2007). Ao final do experimento os resultados indicaram que os participantes do grupo de controle foram mais capazes de processar estímulos e informações com mais velocidade do que os participantes do grupo experimental, indicando que o grupo experimental tinha também um melhor controle e gestão dos recursos cerebrais durante a resolução de tarefas..(SLAGTER et al., 2007).

Embora utilizando técnicas diferentes, as pesquisas de Slagter et al. (2007) e Zeidan et al. (2010) apresentam resultados semelhantes indicando uma possível relação entre a prática das técnicas de meditação e a melhora nos processos cognitivos relacionados à atenção. A partir destes resultados é possível inferir que cada técnica de meditação atua em uma determinada região do cérebro. Pode-se também notar que técnicas distintas afetam os mecanismos cerebrais responsáveis pela atenção, corroborando ideia que mesmo utilizando técnicas diferentes de meditação todas possuem a autorregulação da atenção como um processo em comum.

2.5 Mindfulness em contexto escolar

Os neurocientistas têm demonstrado que o cérebro é “moldável” e que esta plasticidade é maior no período de crescimento das crianças. Esta plasticidade torna mais fácil para as

crianças aprenderem um instrumento musical, um segundo idioma ou tornarem-se proficientes em esportes complicados, como golfe ou tênis. Por isso, fornecer-lhes ferramentas que lhes ajudem nesta fase pode ter impacto na sua saúde física e mental quando adultos. (JOHNSTON, 2004).

Por terem essa maior capacidade de moldar o cérebro, programas baseados em *mindfulness* são extremamente viáveis de serem aplicados em um contexto escolar, visto que os benefícios a adultos já possuem embasamento empírico. (KABAT-ZINN, 2003). A implantação de programas de meditação baseados em *mindfulness* em ambiente escolar pode melhorar a atenção, fomentar o desenvolvimento social e emocional de crianças e adolescentes, além de reduzir os níveis de estresse e ansiedade, fazendo com que as crianças e adolescentes em idade escolar tenham um melhor desempenho em sala de aula pois terão mais capacidade de manter a atenção, além de serem capazes de gerenciar o estresse e outros sentimentos difíceis. (NAPOLI; KRECH; HOLLEY, 2005). A meta-análise de estudos relacionados exclusivamente ao uso de *mindfulness* em contexto escolar realizada por Zenner e colegas (2014) apontou resultados significativos para o aumento de desempenho cognitivo, estresse e resiliência. O efeito global foi de 0,40 ($p < 0,01$), indicando que intervenções baseadas em *mindfulness* são promissoras, principalmente em relação à melhora do desempenho cognitivo, diminuição de estresse e aumento da plasticidade cerebral. (ZENNER; HERRNLEBEN-KURZ; WALACH, 2014).

Os componentes presentes programas de *mindfulness* em contexto escolar ainda permanecem um tanto quanto obscuros. Entretanto, os resultados dos relatórios apresentados pelos professores fornecem alguma clareza acerca destes componentes. O programa Learn to Breathe foi ajustado para que a prática de *mindfulness* fosse realizada pelos estudantes por um período entre 15 e 25 minutos semanais durante 18 semanas. (METZ et al., 2013). Segundo Smith e Mendelson (2014) existem algumas estratégias específicas que melhoram a implementação de intervenções baseadas em *mindfulness* nas escolas: (i) O professor responsável pela prática da meditação deve ser aquele que possui uma maior identificação com a turma; (ii) A utilização de técnicas de *mindfulness* baseadas no foco da respiração são as mais eficientes para os alunos do ensino fundamental; (iii) Técnicas de controle da respiração também se mostraram eficazes para acalmar os alunos nos períodos de transição. (SMITH; MENDELSON, 2014).

Muitos professores não perceberam que a instrução semanal (entre 15 e 25 minutos por semana) foi o bastante para que os alunos adquirissem uma meta-consciência e utilizassem as técnicas quando julgassem necessário. Uma sessão mais curta era mais eficiente do que sessões mais longas e com menos frequência. (PARKER et al., 2014). Além disso, os alunos que praticavam *mindfulness* fora da escola foram os mais beneficiados com a implantação destes programas. Sabe-se ainda que identificar as técnicas preferidas dos alunos pode incentivar os estudantes a praticarem fora da classe. (SMITH; MENDELSON, 2014).

Além do trabalho desenvolvido por Lawlor, um estudo conduzido por Carvalho e seus colegas (2016) apresentou evidências de que aproximadamente 20% dos estudantes com idade inferior a 18 anos apresentam algum tipo de problema emocional. Ainda de acordo com os autores, desde o ano de 2010 houve um aumento nos casos de problemas emocionais e mentais

entre os estudantes portugueses. Tais problemas afetam diretamente o desempenho acadêmico, comprometem a saúde dos adolescentes e amplificam os comportamentos de risco (uso de entorpecentes e violência). (DE CARVALHO; PINTO; MARÔCO, 2016; LAWLOR; LAWLOR, 2014).

O objetivo do autor ao realizar o estudo foi avaliar os efeitos do programa MindUp na regulação emocional, autocompaixão e afeto dos alunos portugueses do 3º e 4º anos do ensino fundamental. O programa MindUp é um constituído por lições de *mindfulness* em conjunto aplicadas em conjunto à SEL (Social-Emotional Learning), ou em tradução livre Aprendizagem sócio-emocional. O programa MindUp é composto com 15 aulas com duração entre 45 min e 60 min. Ele é organizado em 4 unidades. Nas unidades 1 e 2 as crianças aprendem a focar sua atenção e aprendem como a atenção focada e consciência corporal podem afetar o cérebro. Os exercícios para a prática da atenção plena consistem no uso dos sentidos, principalmente tato e olfato. Na unidade 3 os alunos aprendem compreensão social e emocional através da prática. Por fim na unidade 4 os alunos são convidados a realizar atos de bondade e gratidão planejando e implementando um projeto social em benefício à comunidade escolar. (DE CARVALHO; PINTO; MARÔCO, 2016).

SEL (Social Emotional Learning) é o processo de aquisição de habilidades das habilidades necessárias para reconhecer e gerenciar emoções, desenvolver cuidado e preocupação pelos outros, tomar decisões responsáveis, estabelecer relações positivas e lidar com situações desafiadoras de forma eficaz. A SEL é uma abordagem que busca organizar e coordenar a programação escolar para o desenvolvimento positivo da juventude. (MERRELL et al., 2008).

Adicionalmente, o autor também procurou avaliar como a implantação do programa MindUp afeta as habilidades de regulação emocional, autocompaixão e burnout dos professores da rede de ensino de Portugal. Em relação aos resultados, o autor afirma que os resultados obtidos apontam que a integração de práticas de *mindfulness* a programas SEL contribuem de forma significativa para a melhora da aprendizagem e das habilidades socioemocionais entre alunos e professores.

No Brasil, um dos trabalhos mais recentes é o estudo realizado por Waldemar e seus colegas (2016) que realizou um experimento para verificar a viabilidade de um programa de *mindfulness* e aprendizagem socioemocional em um ambiente escolar, além de avaliar seu impacto em alguns parâmetros da saúde mental dos estudantes (problemas emocionais, de conduta, problemas de hiperatividade, dificuldades de relacionamento interpessoal e de déficit de atenção. Participaram 132 alunos do quinto ano do ensino fundamental de três escolas públicas com idade média de 11,1 anos (com desvio-padrão de 1,19 anos). Os integrantes do grupo experimental (n=64) participaram de uma intervenção que contou com 12 sessões de meditação e foram comparados com o grupo de controle (n=68) que estava em uma lista de espera. Os resultados do experimento foram avaliados através dos seguintes questionários: (i) um questionário sociodemográfico criado exclusivamente para o estudo que consiste em perguntas sobre o gênero, idade, etnia e as características socioeconômicas dos alunos participantes; (ii) Questionário sobre pontos fortes e dificuldades, baseado no SDQ-C (*Strengths and Difficulties Questionnaire – Child Version*) desenvolvido para detectar problemas

de conduta, problemas emocionais, dificuldades de relacionamento. (FLEITLICH et al., 2000 apud WALDEMAR, 2016 p. 82); (iii) Escala de Qualidade de vida dos jovens, desenvolvida por Salum et al. (2012 apud Waldemar, 2016 p. 82), esta escala possui 41 itens que investigam a qualidade de vida dos adolescentes com base em quatro domínios: pessoal, relacional, ambientais e bem-estar geral. Quanto maior a pontuação nesta escala, maior é a qualidade de vida do indivíduo; (iv) O questionário de Swanson, Nolan e Pelhan - IV avalia os sintomas de TDAH. (MATTOS et al., 2006 apud WALDEMAR, 2016, p. 83).

Para o estudo da viabilidade foi utilizado um grupo de controle não randomizado (grupo M-SEL (*Mindfulness* and Social Emotional Learning) versus grupo de controle pareado) com uma avaliação dos resultados no início (pré-intervenção) e pós intervenção. As escolas participantes estavam localizadas na área abrangida pela Unidade de Cuidados Primários (UCP) sob responsabilidade do hospital universitário HCPA (Hospital de Clínicas de Porto Alegre). Uma das equipes da UCP fornece atendimento em M-SEL aos alunos das escolas localizadas na região. Os pais dos alunos receberam um documento explicando o procedimento. Após o consentimento dos responsáveis, os alunos das três escolas participantes foram divididos em quatro turmas e receberam entre 8 e 12 sessões de M-SEL como parte do currículo normal. O grupo de controle compreendeu três turmas das mesmas escolas com o mesmo currículo escolar, exceto as sessões de M-SEL. Em todas as salas de aula, tanto o grupo experimental quanto o grupo de controle tiveram o mesmo professor. Os resultados obtidos pelo experimento sugerem a viabilidade da implantação deste tipo de intervenção em escolas públicas do Brasil, bem como os benefícios da incorporação da meditação de atenção plena e da aprendizagem socioemocional em um contexto de sala de aula do mundo real. Além disso, os resultados relativos a um grupo de controle conseguiram produzir efeitos positivos em quatro sintomas de saúde mental: problemas emocionais, problemas de conduta, dificuldades no relacionamento interpessoal e na qualidade de vida geral. Em resumo, este estudo foi o primeiro a testar a utilização de M-SEL em escolas públicas no Brasil fornecendo evidência preliminar de sua viabilidade e eficácia.(WALDEMAR et al., 2016).

2.5.1 Medição dos efeitos do *mindfulness* em estudantes

Medir o impacto e as melhorias que os programas baseados em *mindfulness* é um campo que continua evoluindo. As escalas de avaliação foram desenvolvidas recentemente. Existem apenas duas escalas desenvolvidas especialmente para a avaliação dos resultados das intervenções baseadas em *mindfulness* em crianças e adolescentes: (1) MAAS-A (Mindfull Attention Awareness Scale for Adolescents), desenvolvida por Brown e colegas (2011), e (2) CAMM (Child and Adolescent *Mindfulness* Measure). (GRECO; BAER; SMITH, 2011).

O MAAS-A foi adaptado da escala MAAS utilizada com adultos. A MAAS-A tem um fator unidirecional e conceitua a atenção plena apenas como um traço. Ela mede *mindfulness* avaliando 14 critérios que apontam para a falta de atenção no momento presente. A CAMM utiliza 10 critérios para a avaliação de crianças e adolescentes com idade entre 10 e 17 anos. Esta escala conceitua o *mindfulness* como um traço, levando à hipótese de que o indivíduo tem uma tendência a ser mais ou menos conscientes. O CAMM avalia os seguintes aspectos da atenção plena: (1) agindo com consciência (o oposto de responder automaticamente a um

estímulo), (2) aceitar sem julgamento (a capacidade de uma pessoa experimentar o momento presente, sem avaliá-lo). O CAMM utiliza uma pontuação inversa, ou seja, pontuações mais baixas indicam maior capacidade de manter a atenção plena.

2.5.2 Programas baseados em *mindfulness* desenvolvidos para o currículo escolar

Há uma procura cada vez mais crescente por programas baseados em *mindfulness* por parte dos educadores. O Garrison Institute's Contemplative Education possui em seu site (<http://www.garrisoninstitute.org>) uma base de dados com programas de meditação baseados em *mindfulness* para auxiliar os educadores dos Estados Unidos e Canadá na escolha do programa mais adequado a suas necessidades. Na Tabela 2 são descritos alguns programas baseados em *mindfulness* reconhecidos pela instituição e citados por Bostic et al. (2015). O autor descreve em seu trabalho os programas baseados em meditação para alunos do ensino fundamental. A tabela 2 apresenta o nome do programa, a faixa etária para a qual o programa se destina, a descrição do programa e o site oficial do programa. No artigo original constavam também programas para estudantes baseados na prática da Ioga, como o foco desta proposta desta seção é a apresentação do *mindfulness* em ambientes escolares a tabela 2 apresenta apenas as intervenções que fazem uso da meditação *mindfulness*.

Adicionalmente o trabalho de Bostic e seus colegas (2015) adaptou um programa de *mindfulness* e Ioga para os professores das escolas de Baltimore. As técnicas de respiração e Ioga visavam trabalhar estresse, controle da raiva, pensamento e afetividade. 83% dos professores participantes concluíram o treinamento e 72% participaram de 4 ou mais sessões.(BOSTIC et al., 2015) Os resultados deste estudo indicam que a participação neste tipo de treinamento pode fornecer as habilidades necessárias para o controle do estresse e também criar um vínculo entre alunos e professores e incentivar o uso das técnicas de *mindfulness*.

Tabela 2: Programas de *mindfulness* aplicados em ambiente escolar

Programa	Série / Idade / Nível	Descrição
MindfulLife School Program http://mindfullifetoday.com	K-12 ¹	Lições de <i>mindfulness</i> com duração entre 1 e 5 minutos incorporadas às aulas
Midfull Schools http://miindfulschools.org	K-12	Cursos on-line e presenciais sobre fundamentos do <i>mindfulness</i> para professores.
Wellness Works http://www.wellnessworksinschools.com/	K-12	Profissionais capacitados para a inclusão de <i>mindfulness</i> no currículo escolar. O programa também conta com treinamentos para os professores
Learn to Breath	5 – 12	Programa com duração entre 6 e 18 sessões. Este programa trabalha a consciência corporal,

¹ K-12, Key twelve, é uma designação para a educação primária e secundária como um todo. É utilizada nos Estados Unidos, Austrália e Canadá.

http://learn2breath.org		pensamentos e sentimentos que podem ser prejudiciais para a atenção plena no dia a dia
<i>Mindfulness</i> in schools program (KYUKEN et. al, 2013)	9-12	Utilização de técnicas de <i>mindfulness</i> em sala de aula preparadas por especialistas na área. Visa fazer com que aluno treine sua atenção e concentração
Meditation Fluir (FRANCO et al., 2012)	9-12	Aulas práticas de meditação realizadas 1 vez por semana. O programa baseia-se nas técnicas de meditação, respiração e escaneamento corporal

Fonte: Bostic et al., 2015

2.6 Implantação de um programa de *mindfulness* em ambiente escolar

A principal função de um programa de *mindfulness* para estudantes é ensiná-los a prestar atenção com cuidado e curiosidade em tudo que acontece dentro e fora de si mesmo no momento presente com curiosidade e interesse.

Escolas que buscam implantar um programa de *mindfulness* devem dar atenção à forma como o programa será implantado, a fim de garantir sua fidelidade e sustentabilidade no ambiente escolar. Uma das formas de garantir que o programa de *mindfulness* seja exitoso é atentar para os principais fatores que influenciam o sucesso do programa: atenção ao professor, uma implementação de qualidade e uma avaliação contínua da efetividade do programa. Estes itens garantem mais efetividade e maior probabilidade de sucesso do programa. (LAWLOR, 2014).

Segundo Jennings e Greenberg (2013), as características do professor afetam diretamente os resultados dos programas baseados em *mindfulness* aplicados em um contexto escolar; os professores são diretamente responsáveis pelos resultados obtidos em sua implementação. O bem-estar do docente, um ambiente positivo de aprendizagem e a boa relação entre alunos e professores são fatores críticos para que os efeitos do *mindfulness* na aprendizagem sejam percebidos. Com base nisso, nos últimos anos as escolas têm promovido programas para auxiliar professores que sofram de estresse, burnout e desgaste físico e mental. A principal questão dentro da educação contemplativa diz respeito a se os programas baseados em *mindfulness* devem ser aplicados primeiramente nos professores para promover seu bem-estar; ou nos alunos, a fim de desenvolver sua resiliência; ou ainda se tais programas devem ser aplicados simultaneamente em alunos e no corpo do docente. (FRANK; JENNINGS; GREENBERG, 2013; LAWLOR; LAWLOR, 2014).

Os estudos na área do SEL (Social Emotional Learning) podem auxiliar a responder estas questões. Jennings e Greenberg (2009) afirmam que professores com grandes habilidades socioemocionais afetam positivamente o desempenho dos estudantes e a melhora das relações aluno-professor é possível quando o professor possui maiores competências socioemocionais. (FRANK; JENNINGS; GREENBERG, 2013). A pesquisa relacionada a intervenções baseadas em *mindfulness* aplicadas ao corpo docente revelou como resultados a diminuição do estresse e esgotamento e maiores competências socioemocionais. (JENNINGS et al., 2013). Aspectos que contribuem para o sucesso do *mindfulness* na escola

Segundo Lawlor (2014), para que os programas de meditação que utilizam as técnicas de *mindfulness* sejam implantados com sucesso em contexto escolar é necessário observar o cumprimento de determinados padrões e procedimentos. Estes padrões e procedimentos são descritos nesta seção.

O primeiro passo para a implementação e sustentabilidade de um programa baseado em *mindfulness* em ambiente escolar é considerar as necessidades da comunidade escolar e a qualidade do programa a ser aplicado. No entanto, apenas a escolha de um programa de alta qualidade não garante o sucesso da implantação de *mindfulness* em contexto escolar. Pesquisas revelam que uma má implementação de *mindfulness* na comunidade escolar pode afetar negativamente a eficácia do programa, incluindo os resultados com os estudantes. (JENNINGS et al., 2013).

No que diz respeito a execução do programa, o professor deve agir com um alto padrão profissional a fim de preservar a integridade das técnicas utilizadas dentro do programa de meditação *mindfulness*. (WILLIAMS et al., 2014). De acordo com Lawlor (2014), a atitude do professor é extremamente importante no campo de estudo da atenção plena, considerando que um número considerável de alunos que não teve contato prévio com *mindfulness* está sendo atingido, e muitos podem estar participando dos programas sem escolha (por exemplo, quando *mindfulness* é parte do currículo escolar). Desta forma, um educador que decide trazer a atenção plena para o contexto escolar deve estar atento à competência e profissionalismo do instrutor que conduzirá a prática da atenção plena.

Além da escolha de um programa de qualidade, do envolvimento e colaboração de toda a comunidade escolar, conforme citado por Lawlor, (2014 p. 91) indicam que força, capacidade e recursos disponíveis para a intervenção devem ser constantemente avaliadas afim de garantir bons resultados. Além disso, os melhores programas são aqueles baseados em pesquisas científicas e que incorporam suas descobertas em sistemas de avaliação para melhorar continuamente os componentes do programa. O campo da atenção plena está em expansão e os educadores que desejam utilizar as abordagens baseadas em atenção plena devem tomar como referência o campo da SEL para avaliar continuamente a eficácia dos programas baseados em *mindfulness* para escola e assim garantir a qualidade e sustentabilidade do programa. (FRANK; JENNINGS; GREENBERG, 2013).

3 SISTEMAS TUTORES INTELIGENTES

Este capítulo apresenta os principais conceitos relacionados a sistemas tutores inteligentes e ao projeto PAT2Math, sistema tutor inteligente ao qual o trabalho apresentado nesta proposta está inserido. A seção 3.1 introduz os principais conceitos acerca dos sistemas tutores inteligentes. Na seção 3.2 são descritos os principais componentes presentes na arquitetura de um sistema tutor. A seção 3.3 descreve o funcionamento e as principais atividades realizadas em um sistema tutor inteligente. Finalizando, na seção 3.4, o sistema tutor PAT2Math é apresentado.

3.1 Visão geral

Uma das grandes contribuições da Inteligência Artificial quando aplicada à educação é possibilitar o desenvolvimento de softwares capazes de simular a aprendizagem dos alunos e o raciocínio dos professores. (WOOLF, 2009). Sistemas tutores inteligentes são ambientes virtuais de aprendizagem capazes de fornecer assistência individual aos alunos. Estes sistemas possuem componentes capazes de representar o conhecimento de um especialista em uma determinada área de conhecimento, tornando-se assim capazes de resolver os problemas que são apresentados aos estudantes, também são capazes de simular os comportamentos de tutoria e adequar sua estratégia de ensino às necessidades dos estudantes.

Os sistemas tutores inteligentes podem ser classificados em dois grandes grupos: os do tipo CAI (*Computer Aided Instruction*) e os do tipo ICAI (*Intelligent Computer Aided Instruction*). Estes termos estão presentes nos trabalhos de Rickel (1989), Giraffa (1999) e Woolf (2009). Os sistemas tutores inteligentes são considerados como um software do tipo ICAI, pois os sistemas tutores inteligentes são capazes de simular as habilidades cognitivas dos alunos, além de serem capazes de adaptar suas estratégias pedagógicas de acordo com o desempenho do aluno ao realizar uma tarefa dentro do ambiente. A cada interação do aluno com o STI, o software coleta dados referentes à esta interação e assim é capaz de alterar sua interface, adaptar as mensagens exibidas ao aluno e ajustar a dificuldade das tarefas apresentadas durante a sessão. Tais características não estão presentes em softwares do tipo CAI, pois estes fazem a apresentação do conteúdo e condução da aprendizagem de forma linear e previamente estabelecida, não havendo adaptação.

O objetivo da aplicação de técnicas de inteligência artificial na construção de sistemas tutores inteligentes é fornecer aos alunos um suporte inteligente e individualizado para que eles possam aprender a resolver as tarefas propostas pelo STI. (GROSS; PINKWART, 2015).

O trabalho de Bloom (1984) avaliou a efetividade de três métodos de instrução: convencional, *mastery learning* e *one-to-one tutoring*. No método convencional os alunos têm aulas em turmas com aproximadamente 30 alunos por professor. No método *mastery learning*, as turmas também contam com um professor para atender uma turma com aproximadamente 30 alunos, porém os alunos recebem um feedback seguido da correção das tarefas, além de realizarem testes para medir o domínio dos alunos acerca do conteúdo estudado. E no método *one-to-one tutoring* os alunos também recebem feedback, correção das tarefas e avaliações, porém neste método cada estudante conta com um professor, recebendo assim, um atendimento

individual e personalizado. O trabalho de Bloom comprova que o uso do método *one-to-one tutoring* melhora o desempenho dos alunos, porém a implantação deste modelo se torna muito onerosa se comparado com o modelo convencional de tutoria.

A efetividade dos sistemas tutores inteligentes em fornecer suporte individual e personalizado aos alunos é evidenciada pelo trabalho de VanLenh (2011). O estudo realizado por VanLenh aponta que os sistemas tutores inteligentes são tão eficazes quanto a tutoria individual em sala de aula, mas não substituem a experiência completa em sala de aula. Os STIs são indicados para substituir as tarefas de casa ou os exercícios em sala de aula.

A meta-análise de VanLenh (2011) examinou os diferentes tipos de sistemas tutores inteligentes e as diferentes estratégias de feedback² e scaffolding³ dos diferentes tipos de STIs. Ele argumenta que a principal diferença entre os STIs é a granularidade de interação entre estudante e a interface do STI. Granularidade refere-se à quantidade de raciocínio exigida durante a interação do usuário com a interface. Por exemplo, em um STI do tipo *answer-based*, ou seja, baseado em respostas, o aluno tem a oportunidade de interagir com o ambiente no momento em que precisa fornecer uma resposta a um problema proposto. Em contraste, um STI do tipo *step-based* (baseado em passos) oferece ao estudante várias oportunidades de interação.

Por exemplo, em um STI do tipo *step-based*, o aluno pode preencher um campo ou formulário de etapas intermediárias, ou ainda interagir com mensagens e alertas do STI. Os STIs do tipo *substep-based* são assim chamados pois eles podem fornecer *feedback* e *scaffolding* mais detalhado para auxiliar um aluno durante a resolução de um problema.(VANLEHN, 2011).

Os resultados obtidos por VanLenh apontam: (i) a tutoria humana não é tão eficaz quanto imaginado; (ii) um STI do tipo *step-based* é tão eficiente quanto um tutor humano; (iii) a eficiência dos STIs aumenta à medida que a granularidade diminui.

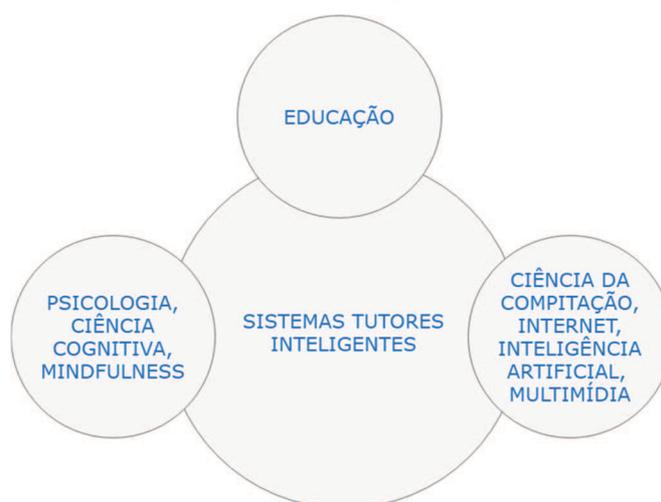
Mais recentemente, a meta-análise realizada por Kulik e Fletcher (2015) mostra que os STIs são uma ferramenta instrucional muito efetiva. Segundo os autores, estudantes que utilizam um sistema tutor inteligente superaram os alunos que recebiam instrução convencional em 46 dos 50 testes de controle realizados, além de haver uma melhora evidente no desempenho dos estudantes do grupo que fez uso de STIs em comparação ao grupo que recebeu instrução de forma convencional. De forma geral, esta meta-análise corrobora para comprovar a efetividade das aulas realizadas com o apoio de sistemas tutores inteligentes.

No que diz respeito à interdisciplinaridade das pesquisas relacionadas à inteligência artificial aplicada à educação, esta é fundamentada pela integração de várias disciplinas acadêmicas, como a ciência da computação, psicologia e pedagogia. (Woolf, 2009). A figura 1 resume a integração destas disciplinas no campo da computação aplicada à educação.

² Comentários ou mensagens fornecidas pelo STI para que o aluno acompanhe seu desempenho.

³ Progressão do nível de detalhamento das mensagens de feedback ou das dicas fornecidas por um STI.

Figura 1: Visão interdisciplinar do campo da inteligência artificial aplicada a educação



Fonte: Adaptado de Woolf (2009).

A inteligência artificial, um subcampo da ciência da computação, é fonte das pesquisas científicas que procuram entender a inteligência humana e replicá-la nos computadores. Ainda segundo Norvig e Russel (2002), os estudos relacionados à inteligência artificial seguem quatro abordagens: computadores que pensam como os seres humanos, computadores que pensam racionalmente, computadores que se comportam como seres humanos e computadores que pensam racionalmente.

As contribuições acerca da forma como o ser humano aprende e de como as pessoas pensam é oriunda da ciência cognitiva, um subcampo da psicologia. Para a área da educação é imperativo entender como a aprendizagem é afetada pelo currículo, pela comunicação e pelo sistema de avaliação. Segundo Woolf (2009), um exemplo de aplicação da inteligência artificial na educação é a construção de modelos computacionais de atividades cognitivas.

3.2 Arquitetura de um sistema tutor inteligente

Woolf (2009) descreve arquitetura básica de um sistema tutor inteligente com quatro módulos básicos: módulo de domínio, módulo de aluno, módulo de tutoria e módulo de comunicação.

3.2.1 Módulo de domínio

O trabalho de Burns e Capps (1988) aponta que os sistemas tutores inteligentes devem ter conhecimento do domínio a ser ensinado, para que possam ser feitas inferências e até mesmo resolver os problemas referentes ao domínio ensinado. Os autores ainda afirmam que um STI

deve ser capaz de deduzir aproximadamente o conhecimento do aluno e possuir estratégias para diminuir as diferenças de desempenho entre o aluno e um especialista.

O módulo de domínio armazena todo o conhecimento especialista acerca de um determinado domínio. Ele representa o desempenho de um especialista em uma determinada área do conhecimento presente no sistema, por exemplo a resolução de problemas de matemática ou física. (WOOLF, 2009).

Para o correto entendimento do funcionamento do módulo especialista dentro do sistema tutor inteligente é necessário compreender os conceitos relacionados a conhecimento declarativo e conhecimento procedural. O conhecimento declarativo é o conhecimento de um fato, por exemplo: em uma aula de história, o professor repassa aos alunos a informação de que a independência do Brasil ocorreu em 7 de setembro de 1822. O conhecimento procedural é o conhecimento para resolver uma determinada tarefa, tal qual uma equação de primeiro grau é representada em sistemas especialistas através de regras de produção. (Burns e Capps, 1988). Para Anderson e seus colegas (1990), o conhecimento declarativo é uma forma de adquirir o conhecimento procedural, ou seja, o conhecimento procedural é fruto do conhecimento declarativo. Ainda, segundo ele, o conhecimento procedural muitas vezes é adquirido através da tentativa e erro. Segundo a teoria ACT* desenvolvida por Anderson et al. (1995), uma habilidade cognitiva pode ser representada por um conjunto de regras de produção do tipo “SE <condição> ENTÃO <faça>”. Isso significa que uma ação somente é realizada quando uma determinada condição seja cumprida. A primeira parte da regra diz respeito a uma fase declarativa que ao ser cumprida são traduzidas para a forma procedural. Em um sistema de regras, os fatos, ou seja, o conhecimento declarativo é chamado de memória de trabalho.

Também relacionado ao módulo de domínio, temos o model tracing. Esta técnica consiste em o STI tentar resolver um determinado problema utilizando os mesmos passos realizados pelo aluno. (ANDERSON et al., 1995). Após o aluno ter concluído a tarefa, o sistema tutor inteligente sugere o conjunto de regras utilizado pelo aluno para resolver o problema. Estas regras podem corresponder tanto a uma solução correta quanto às falsas concepções do aluno (misconceptions). Outras decisões instrucionais podem ser tomadas com base na interpretação do model tracing, como uma mensagem de feedback informada se o procedimento realizado pelo aprendiz está correto ou não. O aluno pode também receber dicas, porém o model tracing precisa que o módulo de domínio seja capaz de resolver os problemas de um determinado domínio.

3.2.2 Módulo ou modelo de aluno

O módulo, ou modelo de aluno, infere o comportamento do aluno na utilização do sistema tutor inteligente e monta uma representação do seu perfil e do seu nível de conhecimento. (WOOLF, 2009). O perfil do aluno é composto por informações como: nome, sexo, idade, escola e personalidade. Além dessas informações, o modelo de aluno pode inferir informações sobre a motivação, engajamento e confiança do aluno. (WOOLF, 2008). Características afetivas do aluno podem influenciar na forma como o aluno interage com o sistema tutor inteligente. (JAQUES; LEHMANN; PESTY, 2009). Um aluno desmotivado dificilmente terá um bom desempenho estudantil. Quando o STI é capaz de inferir traços

emocionais do aluno se torna capaz de moldar seu comportamento e conteúdo para motivar o aluno a continuar o estudo.

O trabalho desenvolvido por Hernandez, Arroyo-Figueroa e Sucar (2011) evidencia que a adição de um modelo afetivo a um sistema tutor inteligente pode prover funcionalidades que melhoram o desempenho dos aprendizes ao realizar as tarefas no STI. A pesquisa revelou a grande importância de considerar as emoções e motivação do aluno para uma aprendizagem mais eficiente. O autor propõe um modelo afetivo para aprendizagem a ser integrado a um sistema tutor inteligente. O modelo utiliza o modelo OCC (ORTONY, CLORE E COLLINS, 1988) e adiciona capacidades afetivas ao STI. Segundo o autor, a concepção de um modelo afetivo é a contribuição mais significativa para aprimorar detecção de estados emocionais no modelo de aluno.

Para inferir o conhecimento do aluno é utilizada a técnica do knowledge tracing. (Corbet; Anderson, 1995). Esta técnica é também baseada na teoria ACT* de Anderson et al. (1995), que usa um conjunto de regras de produção para representar uma habilidade cognitiva. A cada etapa que o aluno executa para resolver um problema, o tutor calcula a probabilidade deste aluno dominar cada uma das regras. O knowledge tracing é usado para estimar a probabilidade de o aluno conhecer uma determinada habilidade relacionada ao domínio estudado através do sistema tutor inteligente. Para utilizar o knowledge tracing são necessários quatro parâmetros: a) a probabilidade de o aluno já ter aprendido a regra antes de ter a primeira oportunidade de aplicá-la, ou seja, do aluno já ter conhecimento prévio de uma determinada regra. b) a probabilidade de uma determinada regra passar do estado “não aprendido” para o estado “aprendido” após o aluno utilizá-la pela primeira vez; c) a probabilidade de o aprendiz adivinhar corretamente o uso de uma regra que está no estado “não aprendido”; d) a probabilidade de o aluno cometer um erro se a regra estiver no estado “aprendido”. Segundo Corbet e Anderson (1995), a probabilidade para considerar que uma determinada regra está no estado aprendido deve ser de pelo menos 95%.

3.2.3 Módulo Tutor

O módulo tutor contém as estratégias de ensino e conhecimento curricular instrucional (Burns; Capps, 1988; Woolf, 2009). Segundo Viccari e Oliveira (1992), uma estratégia de ensino é um plano, ou seja, um conjunto de ações que visa cumprir certos objetivos. Tais estratégias são formadas pelo conhecimento de como transmitir o conteúdo a ser ensinado. Através da coleta de informações vindas do módulo de aluno e da estrutura do módulo de tutoria, o módulo tutor pode adaptar e melhorar suas estratégias pedagógicas a fim de garantir que o ensino e aprendizagem ocorram de forma efetiva.

A implementação computacional do módulo de tutoria é complexa, pois está fortemente relacionado a decisões subjetivas e cognitivamente complexas. Em geral, as decisões estão relacionadas a quais informações devem ser exibidas ao aluno e em que momento o sistema tutor inteligente deve exibir essas informações ao aprendiz. De acordo com Rickel (1989), definir o que mostrar ao aluno e quando mostrar são as decisões mais importantes tomadas pelo módulo tutor.

O módulo tutor também é responsável por exibir feedbacks ao aluno. Os feedbacks são mensagens que informam ao aprendiz qual o estado da etapa realizada pelo aluno na resolução de um problema durante o uso do STI. O feedback pode apresentar apenas um ícone ou uma mensagem informando se o passo realizado pelo aluno está correto ou não; pode ser também um feedback que apresente uma descrição do erro e pode conter também informações para sua correção. (VANLEHN, 2006). Para Woolf (2009), feedbacks mais detalhados são melhores para a aprendizagem, pois descrevem o que foi realizado pelo aluno e auxiliam na correção dos erros. Os feedbacks podem aparecer tão logo o aluno execute a tarefa (feedback imediato) ou podem aparecer após um determinado tempo (delayed). Feedbacks imediatos são recomendados para alunos iniciantes, aqueles que possuem pouca experiência no uso de sistemas tutores inteligentes. Em contrapartida feedbacks com atraso são recomendados para alunos já familiarizados com o uso de STIs. Para alunos experientes, o feedback é apenas uma ferramenta para lembrar e fixar conceitos. (WOOLF, 2009).

Além do uso de feedbacks, o módulo tutor pode fornecer dicas para auxiliar o aluno a concluir uma determinada etapa ou passo da tarefa. Estas dicas são apresentadas antes do aluno executar o passo para resolução da tarefa, e, geralmente, o aluno escolhe se deseja ou não requisitar a assistência e solicitar uma dica ao tutor. (VANLEHN, 2006).

Tanto as dicas quanto os feedbacks podem ser classificados de acordo com níveis que vão de 1 a n. O nível 1 representa dicas mais genéricas e à medida que o nível aumenta, as dicas se tornam mais específicas, podendo chegar até mesmo a mostrar a solução completa da tarefa.

O tutor pode também interpretar uma quantidade elevada de erros, como a não assimilação de um determinado conteúdo. Assim, o tutor pode apresentar materiais instrucionais para que o aluno reforce o aprendizado de determinada unidade de conhecimento podendo assim avançar no aprendizado do domínio.

O comportamento do STI depende da estratégia pedagógica utilizada. Woolf (2009) classifica tais estratégias em três tipos: baseadas no ensino humano, baseadas em teorias da aprendizagem e estratégias que utilizam a tecnologia como facilitador da aprendizagem.

As estratégias baseadas no ensino humano são as estratégias que foram observadas e aplicadas com sucesso no dia a dia em sala de aula. (WOOLF, 2009). Como, por exemplo, a estratégia da formação de aprendizagem, na qual o aluno é responsável pelo seu progresso no aprendizado. O tutor interfere apenas quando solicitado pelo aluno. É utilizado em domínios que não possuem um caminho fixo para a solução dos problemas propostos, como exemplo pode-se citar: música, medicina e pilotagem.

O segundo grupo compreende as estratégias baseadas em teorias desenvolvidas por cientistas cognitivos, educadores e filósofos. (WOOLF, 2009). O uso destas teorias em STI permite a avaliação de sua eficácia. Por exemplo: teoria sócrática, teoria cognitiva, teoria construtivista, entre outras.

3.2.4 Módulo de comunicação

Para que um sistema tutor inteligente possa cumprir seu objetivo é necessário que sua interface seja de fácil utilização. A interação entre o STI e o aluno acontece através de duas funções fundamentais, a apresentação do material instrucional e o monitoramento do progresso do aluno com base em suas respostas.

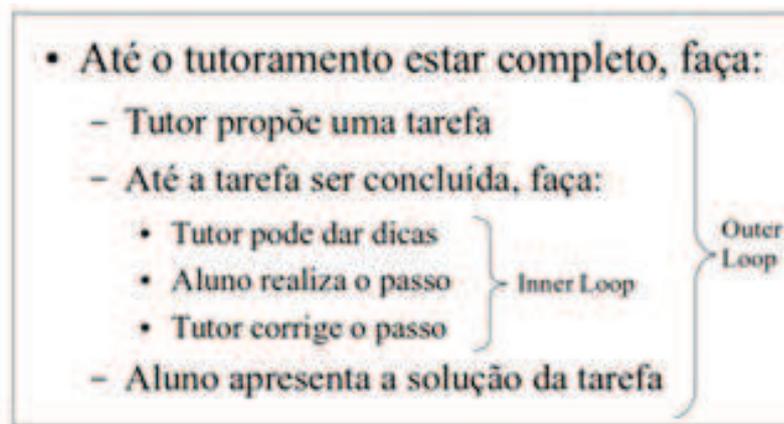
As pesquisas relacionadas ao desenvolvimento da interface homem – computador fazem parte de uma área extremamente importante na ciência da computação. A interface do sistema é o elemento responsável por realizar esta interação. Uma boa interface deve antecipar as ações do usuário, ser consistente e fornecer um alto grau de interação. (OREY; NELSON, 1993). Para Reis et al. (2012), uma interface consistente e intuitiva reduz a carga cognitiva, ou seja, a quantidade de informações e procedimentos que o aluno precisa memorizar para poder interagir com o ambiente do STI. Segundo o autor, uma alta carga cognitiva pode reduzir o desempenho do aluno e conseqüentemente desmotivar o aluno a utilizar o STI.

A interação entre o STI e o aluno pode ocorrer através de uma interface gráfica tradicional (menus e botões). Além disso, a interface pode ou não conter um agente pedagógico animado para interagir com o aluno. O STI pode também utilizar processamento de linguagem natural ou utilizar interação com voz para que o aluno possa dialogar com o tutor. Quanto mais complexa for a implementação, maior será o tempo para desenvolvê-la e maior será a quantidade de recursos computacionais utilizados para o seu funcionamento. (WOOLF, 2009).

3.3 Funcionamento

Durante a utilização de um sistema tutor inteligente, o aluno executa diversas ações, cada uma dessas ações é monitorada pelo STI através de duas estruturas principais, o inner loop e o outer loop (Figura 2). (VANLENH, 2006). Quando o aluno inicia suas atividades no STI, o tutor seleciona o material didático adequado, que pode ser instrucional ou ainda um exercício a ser resolvido. Caso o material disponibilizado seja um exercício, o tutor irá acompanhar cada passo dado pelo aluno até a resolução do problema proposto. O módulo de aluno é atualizado a cada passo correto executado pelo aprendiz. Ao inferir tais informações, o módulo tutor vai “aprendendo” novas informações sobre o aluno e assim o STI pode adaptar os materiais exibidos ao aluno, a complexidade dos exercícios e até motivar e encorajar o aluno, se o tutor for capaz de inferir estados afetivos. Tal capacidade de se adaptar a cada aluno é possível graças às técnicas de inteligência artificial utilizadas nos sistemas tutores inteligentes.

Figura 2: Etapas do inner loop e do outer loop em um sistema tutor inteligente



Fonte: Adaptado de VanLenh (2006)

VanLenh (2006) apresenta duas estruturas principais responsáveis pelo funcionamento de um sistema tutor inteligente. O inner loop é a estrutura responsável por controlar cada etapa realizada pelo aluno em uma tarefa (exercício). O outer loop controla as ações referentes à escolha do exercício baseado no conhecimento do aluno, a apresentação do exercício e a submissão da resposta por parte do aprendiz. A mostra o comportamento de cada uma das estruturas; é possível notar também que o inner loop está contido dentro do outer loop. Assim, o inner loop é executado várias vezes a cada execução do outer loop.

3.3.1 O inner loop

O inner loop controla todas as atividades realizadas pelo aluno e pelo sistema. Dentro dele, a tarefa é dividida em passos permitindo que o sistema possa coletar mais informações sobre o conhecimento e desempenho do aluno.

Segundo VanLenh (2006), durante a resolução de cada etapa, o sistema pode fornecer dicas ao aluno para auxiliar na conclusão das tarefas; fornece um feedback tanto na conclusão da etapa (imediato) ou após o fim da tarefa (atrasado), podendo ainda ser sob demanda, ou seja, mediante uma solicitação do aluno. Dentro do inner loop, o STI pode ainda avaliar o conhecimento do aluno com base nas informações obtidas ao corrigir os passos executados pelo aprendiz. Isto pode ser feito através da contagem dos eventos de aprendizagem. Tais eventos ocorrem cada vez que o aluno aplica corretamente uma regra ou conceito ao resolver uma tarefa. Aprender é um evento mental, ocorre na mente do aluno e, portanto, não pode ser contabilizado. Entretanto, as etapas realizadas pelo aluno são eventos que ocorrem no sistema tutor inteligente

e podem ser contabilizados para gerar uma forma de quantificar o aprendizado do estudante. (VANLEHN, 2006).

3.3.2 O outer loop

A principal função do outer loop é apresentar os materiais instrucionais e as tarefas ao aluno. (VanLenh, 2006). O sistema tutor inteligente pode apresentar uma lista de conteúdo e permitir que o aluno escolha qual tarefa deseja realizar, ou ainda utilizar um roteiro sequencial de atividades, onde o estudante deve concluir algumas tarefas para poder prosseguir no aprendizado. Existem ainda outras duas formas mais complexas de seleção de conteúdo, são elas: mastery learning e macroadaptation. No mastery learning, os conteúdos são organizados por nível de dificuldade, cada unidade trata de um assunto específico. Neste método, o aluno somente avança para a próxima unidade após o sistema inferir que o aluno já domina a unidade. Já o sistema de macroadaptation seleciona o conteúdo com base na intersecção entre as habilidades que o aluno já domina e as habilidades necessárias para realizar a tarefa.

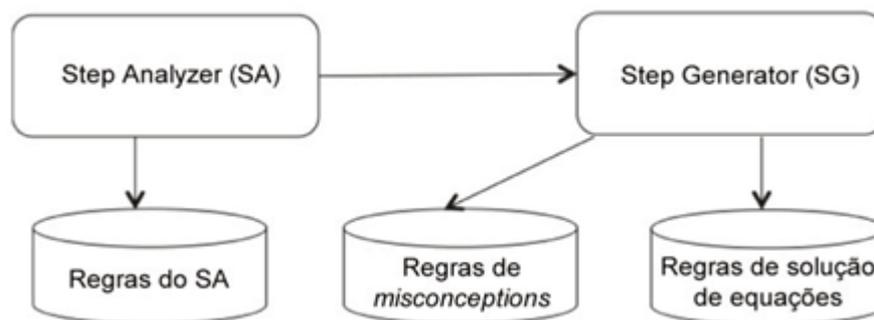
3.4 PAT2Math

O PAT2Math (Personal Affective Tutor to Math) é um sistema tutor inteligente baseado em passos e destinado ao ensino de álgebra que auxilia o aluno no aprendizado de equações de primeiro e segundo graus. Por ser baseado em passos (step based), o PAT2Math permite que o aluno execute cada passo da resolução de cada um dos problemas propostos. O STI é capaz de resolver equações, corrigir cada um dos passos executados pelo aluno, exibir um feedback que auxiliam o aluno a resolver os passos e caso o aluno solicite, pode também fornecer dicas para que o aluno possa concluir as tarefas exibidas pelo sistema tutor inteligente. PAT2Math é um STI com uma interface web destinado ao ensino de álgebra. Esta seção é destinada a descrever seus componentes e o seu funcionamento.

A arquitetura do sistema especialista integrado ao PAT2Math possui dois módulos (Figura 3). O primeiro módulo é chamado de Step Analyzer (SA) e o segundo módulo é o Step Generator (SG). Segundo Jaques (2013), esta arquitetura está de acordo com a arquitetura proposta no trabalho de VanLenh (2006). O SG é responsável por gerar o próximo passo que o aluno deve executar até a resolução da tarefa. O SG também é o responsável por gerar as dicas que auxiliam o aluno a completar a tarefa. O SA faz a análise de cada passo executado pelo aprendiz, classificando-os como “correto” ou “incorreto”, bem como identifica os componentes de conhecimento que o aluno utilizou para executar o passo. (VanLenh, 2006).

O SG do PAT2Math possui um componente chamado Módulo Resolvedor. Este componente é responsável por resolver as equações e listar as operações matemáticas utilizadas pelo aluno para encontrar a solução da equação. Este módulo foi desenvolvido em Drools, uma shell utilizada para desenvolvimento de sistemas especialistas utilizando a linguagem Java. (JAQUES; NUNES, 2012; SEFFRIN; JAQUES, 2015). O Módulo resolvedor contém as regras que representam o conhecimento procedural necessário para resolver equações de primeiro e segundo graus.

Figura 3: Arquitetura do PAT2Math



Fonte: Traduzido de Jaques et al. (2013)

O módulo SA do PAT2Math é composto por dois subcomponentes, o primeiro é o Módulo Cognitivo e o segundo o Módulo de Falsas Concepções. O Módulo Cognitivo utiliza a técnica do model tracing, que utiliza o conhecimento presente no módulo especialista para verificar se o aluno resolveu o passo da equação corretamente. (SEFFRIN; RUBI, 2011). Já o Módulo de Falsas Concepções procura encontrar as misconceptions aplicadas pelo aluno quando este resolve o passo da equação de forma incorreta. Através do Módulo de Falsas concepções, o módulo resolvidor do PAT2Math é capaz de identificar e reproduzir os erros dos alunos e verificar se o erro corresponde a uma misconception. (SEFFRIN; RUBI, 2011).

O PAT2Math pode também exibir dicas para auxiliar o aluno durante a resolução das equações. Estas dicas seguem a abordagem proposta por VanLenh (2006), classificando as dicas em cinco níveis: as dicas dos níveis 1, 2 e 3 são mais genéricas e buscam contextualizar o aluno em relação ao problema corrente. As dicas dos níveis 4 e 5 são mais específicas, sendo que no último nível ela pode mostrar ao aluno como resolver o problema. O PAT2Math faz a seleção das dicas de acordo com a probabilidade de o aluno ter conhecimento sobre uma determinada operação necessária para resolver o problema. Quando esta probabilidade é maior do que 50%, o STI fornece dicas mais abstratas; por outro lado, se esta probabilidade for menor do que 50%, as dicas fornecidas são mais pontuais e precisas. (SEFFRIN; RUBI, 2009).

O PAT2Math possui em sua interface um componente denominado PATEquation, responsável por realizar a comunicação entre o aluno e o STI. É neste componente que o aluno realiza os passos para resolver as equações propostas pelo STI. Além disso, é neste componente que as dicas e feedbacks são exibidos ao estudante. A interface do PATEquation foi totalmente desenvolvida com HTML5 e javascript para ser executada em ambiente web. Desta forma, o STI pode ser executado em qualquer computador com acesso à internet, independente do sistema operacional instalado no computador do usuário.

A Figura 4 apresenta a interface do PATEquation, onde: a) os planos de aula disponíveis para o aluno. Cada plano de aula contém 10 equações que o aluno deve resolver para ter acesso a novos planos de aula; b) a área de exibição da equação escolhida pelo aluno; c) o espaço onde o aluno entra com cada passo para a resolução da equação; d) um feedback mínimo para indicar se o aluno acertou ou errou o passo; e) um feedback mínimo que é apresentado ao fim da tarefa indicando se a resposta final dada pelo aluno está correta ou incorreta; f) um botão que permite ao aluno solicitar dicas; g) espaço onde as dicas são exibidas. (JAQUES; NUNES, 2012).

O PAT2Math conta atualmente com uma interface gráfica e com as funcionalidades do inner loop implementadas e funcionais. Possui um mecanismo de dicas e feedback, além de contar com um sistema especialista capaz de resolver equações de primeiro e segundo grau e assim corrigir os procedimentos realizados pelo aluno e até mesmo identificar algumas misconceptions. Além disso, o modelo de aluno é capaz de armazenar informações sobre o perfil dos alunos, seu desempenho frente às tarefas para adaptar o STI ao aluno e prover suporte individual e personalizado.

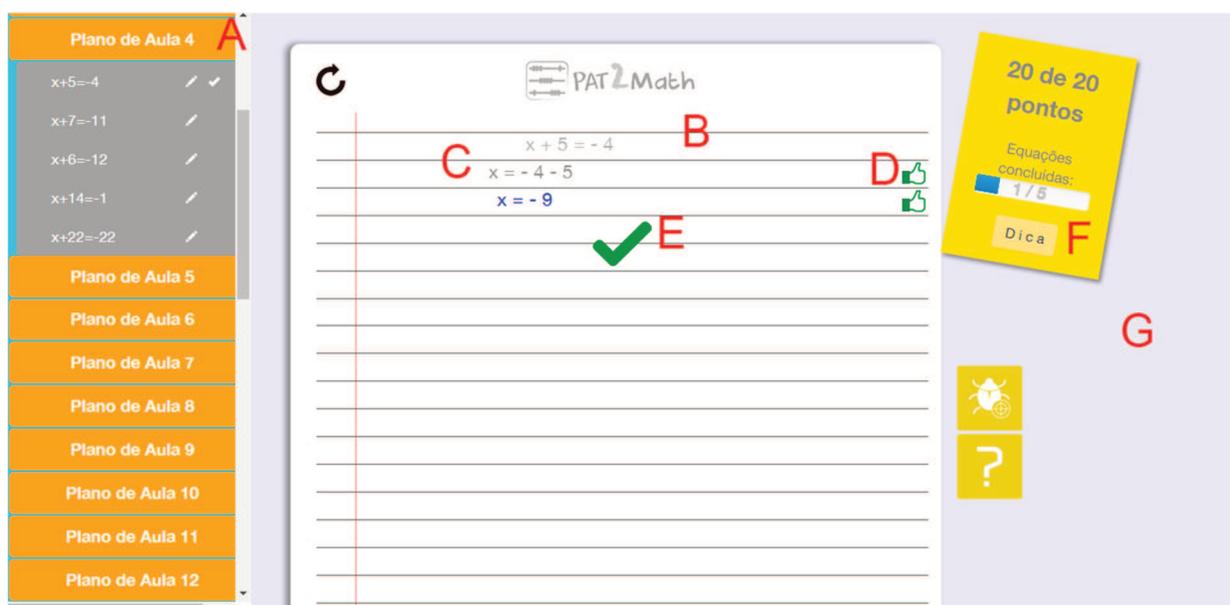


Figura 4: Interface do PAT2Math

Fonte: <http://pat2math.unisinos.br>

4 TRABALHOS RELACIONADOS

Este capítulo apresenta os trabalhos que possuem relação com o trabalho desenvolvido. Nesta seção serão descritas as pesquisas que fazem uso de alguma ferramenta ou tecnologia computacional aplicada à prática de *mindfulness* ou ainda que apresentam intervenções com o objetivo de melhorar a atenção dos usuários em alguma tarefa.

Para o levantamento de trabalhos relacionados a esta proposta, foram consultadas as seguintes bases de dados: Science Direct (www.sciencedirect.com), Spring (www.spring.com), ACM (dl.acm.org) e IEEEExplore (ieeexplore.iee.org).

4.1 Treinamento virtual de *mindfulness*

O objetivo do trabalho proposto por Hudlicka (2013) foi desenvolver e avaliar a eficiência de um treinador virtual de *mindfulness*. O agente foi implementado como um agente pedagógico animado capaz de prover treinamento em atenção plena através de linguagem natural, além de ser capaz de interagir afetivamente e de forma adaptada com o praticante. O personagem animado “Chris” atua como treinador virtual do praticante fornecendo material e instruções para que o indivíduo mantenha a prática regular de *mindfulness*. (Ver Figura 5).

Chris interage com o utilizador de forma verbal e não-verbal. Ela é capaz de demonstrar uma variedade de expressões afetivas, por exemplo: felicidade, tristeza, preocupação, confusão. Tais recursos permitem ao treinador virtual fornecer um feedback adaptado afetivamente. Ele sorri quando o usuário atinge um objetivo durante o treinamento, expressa preocupação e incentiva verbalmente quando o praticante informa algum problema. (HUDLICKA, 2013).

O treinador virtual é capaz de utilizar diversas táticas pedagógicas para tornar o treinamento de meditação *mindfulness* eficaz. Ele também possui estratégias para praticantes novatos graças a sua capacidade de fornecer informações introdutórias sobre as técnicas e seus benefícios e a utilização de técnicas meditação e atenção plena através de gravações narradas por um professor de *mindfulness* experiente. (HUDLICKA, 2013).

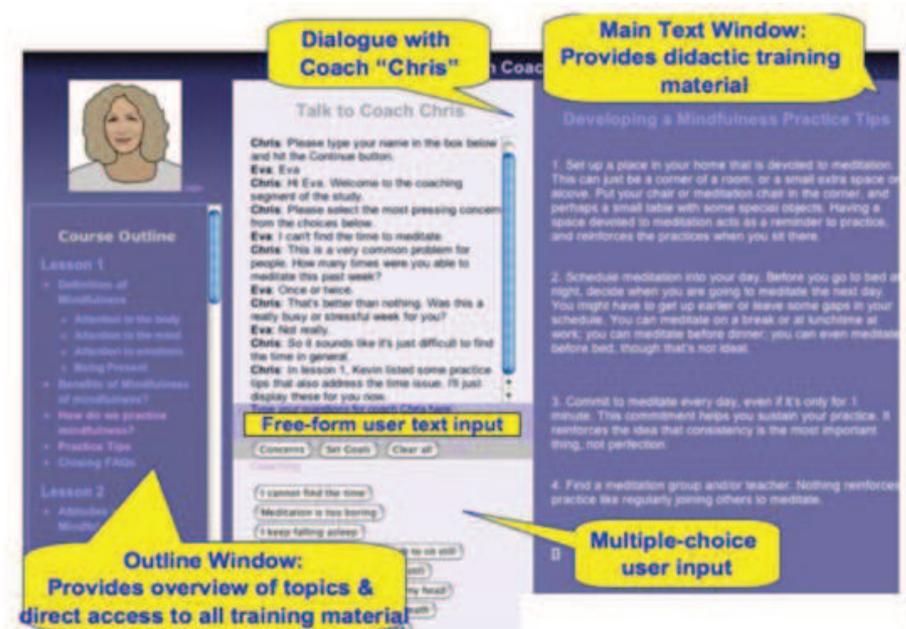
A versão atual do treinador virtual funciona como uma aplicação web e foi implementada utilizando HTML e Javascript para suportar a análise das informações fornecidas pelo usuário para garantir o processamento de linguagem natural e permitir a interação treinador e praticante. Arquivos externos são utilizados para armazenar expressões chave, modelos de frases utilizadas pelo agente, expressões faciais e material didático. Os dados do modelo afetivo do praticante são armazenados localmente através de cookies.

A efetividade do agente foi avaliada em um experimento com duração de sete semanas. Durante as primeiras quatro semanas foi avaliada a capacidade do agente de fornecer o treinamento de *mindfulness*. A partir da quinta semana foi avaliada a capacidade do agente de apoiar os alunos em manter uma prática regular de *mindfulness*. Um grupo experimental utilizou o agente e um grupo de controle usou o mesmo material, porém utilizando o material escrito e gravações de áudio. O desenho do experimento contou com 32 participantes, onde 75% eram do sexo feminino, a idade média dos participantes era de 38 anos. Foi solicitado aos participantes que praticassem meditação durante 20 minutos, cinco vezes por semana. Durante

o treinamento de quatro semanas, os participantes recebiam uma lição por semana. Ao final do primeiro mês, os participantes estavam livres para interagir com o agente (grupo experimental), ou ler o material impresso (grupo de controle) de acordo com a suas necessidades. Os dados foram coletados através de pesquisas feitas via web. As perguntas utilizavam a escala Likert como formato para a maioria das perguntas do questionário.

Os resultados obtidos por Hudlicka (2013) suportam a hipótese de que o treinamento virtual de *mindfulness* não só é efetivo, como também auxilia os praticantes a manterem a regularidade da prática. Os resultados foram estatisticamente consistentes apesar da pequena quantidade de participantes, sugerindo que um estudo mais abrangente pode confirmar estas descobertas.

Figura 5: Treinamento virtual de *mindfulness* com um agente animado



Fonte: Hudlicka (2013)

4.2 Virtual Tai Chi training Studio

Virtual Tai Chi Training Studio é um ambiente virtual para treinamento de tai chi, uma arte marcial de origem chinesa comumente praticada como uma técnica de meditação em movimento. (BIAN; YANG, 2016). Segundo os autores a utilização de APAs têm efeitos positivos no processo de aprendizagem para maximizar os efeitos de seu uso em ambientes virtuais de aprendizagem, é necessário investigar os fatores socioemocionais que atuam na aprendizagem. Ainda segundo os autores, um agente pedagógico animado torna-se mais credível se este APA fornece feedback emocional, além disso, o uso de feedbacks emocionais faz com que os aprendizes sejam capazes de regular seus estados emocionais em busca de uma melhor aprendizagem.

Byan e seus colegas (2016), acrescentam que uma outra característica importante para a criação de APAS mais credíveis é a existência de uma personalidade exclusiva e marcante. Assim, para investigar quais as características de um agente pedagógico animado são determinantes para uma boa aprendizagem os autores desenvolveram um ambiente virtual em 3D para a prática e ensino de tai chi chuan chamado Tai Chi training Studio (Figura 6). Através de animações em 3D os aprendizes podem assistir demonstrações dos 24 estilos de tai chi mais populares na China. Cada estilo possui um protocolo único que o difere de outros estilos, seja nas posturas, ou na forma de executá-las. Em um primeiro momento, os movimentos são demonstrados por um APA sem nenhum traço de personalidade, expressão facial ou feedback. E caso o praticante precisasse assistir algum movimento novamente ele poderia solicitar a repetição do movimento, podendo inclusive, assistir de ângulos diferentes. Para que este controle fosse mais intuitivo e natural foi desenvolvido uma aplicação móvel que permite controle da demonstração. Com um smartphone preso ao antebraço o usuário do ambiente virtual pode avançar e retroceder a demonstração; rotacionar, aumentar e diminuir o zoom da cena e controlar a velocidade de reprodução da animação. Uma câmera a frente do aluno capturava os movimentos realizados enquanto um instrutor humano, familiarizado com os movimentos do tai chi chuan controlava o agente pedagógico animado. As imagens dos movimentos realizados pelo aluno eram transmitidas em tempo real ao treinador humano que fornecia instruções e informações sobre tai chi ao aluno, adicionalmente enviava um feedback emocional ao aluno controlando o APA por meio de botões de comando presentes na interface do Tai Chi training Studio.

Além disso, após o aluno ter iniciado a prática no ambiente virtual, o sistema começou a utilizar estratégia de feedback positivo ou feedback negativo de acordo com o progresso do aluno. No feedback positivo o APA expressa alegria, contentamento e encorajamento, enquanto no feedback negativo o APA expressa raiva, impaciência e dureza.

A razão pela escolha dos feedbacks serem controlados por uma pessoa real em vez de serem controlados pelo agente pedagógico animado foi para evitar a intervenção do APA se tornasse inadequada e assim pudesse prejudicar a credibilidade do agente. Por exemplo, se o agente fornecesse um feedback durante o curso de exercício que estava sendo feito corretamente pelo aluno, isso diminuiria a credibilidade do APA. Durante o experimento, apesar de os feedbacks serem fornecidos por um treinador humano, a frequência destes era controlada pelo experimento, especificamente, o treinador foi orientado a fornecer um feedback positivo ou

negativo a cada dois minutos durante 20 minutos de treinamento. Ao final do treino a proporção registrada foi de 4:1, ou seja, quatro feedbacks positivos para cada feedback negativo. Futuramente o projeto pretende incluir recurso de IA para que o APA seja capaz de dar um feedback correto de forma totalmente autônoma.

Os testes do experimento contaram com a participação de 56 indivíduos (46 indivíduos do sexo masculino e 10 indivíduos do sexo feminino) com idade entre 17 e 21 anos. Todos os participantes sem experiência prévia na prática de tai chi chuan.

Durante o experimento, cada um dos participantes experimentaram as duas estratégias de feedback, além de serem expostos aos dois tipos de personalidade do agente (APA com personalidade mais calma e serena e o APA com personalidade mais colérica).

Os participantes foram convidados a entrar em uma sala previamente preparada para o uso do Tai Chi training Studio. Tão logo o participante tenha feito login no sistema o aluno é atribuído a um dos quatro agentes. Nos primeiros 20 minutos o participante é convidado a aprender entre 1 e 4 movimentos. Durante este tempo o APA utilizou uma das estratégias de feedback emocional para orientar o praticante. Em seguida, o estudante demonstrava os movimentos aprendidos em frente a uma câmera enquanto sua performance era gravada. Em uma segunda sessão de 20 minutos, o aluno aprendia de 5 a 8 movimentos de tai chi no mesmo ambiente. A única diferença é que o agente mudava sua estratégia de feedback emocional para instruir o aluno.

Figura 6: Tai chi Virtual Studio



Fonte: Byan (2016)

O experimento foi avaliado levando em consideração quatro aspectos: O fluxo da experiência, interesse intrínseco, auto-eficácia e satisfação com as tarefas. O fluxo da experiência representa o estado em que o praticante se sentiu totalmente imerso na prática; autoeficácia refere-se à capacidade de o aluno assimilar e aprender os movimentos; interesse intrínseco refere-se ao grau de interesse do aluno no aprendizado e a satisfação refere-se ao quanto o aluno estava satisfeito com seu desempenho e com o processo de aprendizagem. Os participantes classificaram cada um dos itens utilizando a escala Likert de 5 pontos (1 significa “discordo plenamente e 5 significa “concordo plenamente”).

Os resultados do experimento de Byan e seus colegas (2016) mostraram que a utilização de um feedback emocional causa efeitos significativos na experiência de aprendizagem. Especificamente, os alunos atribuídos a instrutores virtuais com personalidade mais colérica obtiveram melhor desempenho do que os alunos atribuídos a instrutores mais calmos. O efeito da interação da estratégia de feedback com o tipo de personalidade não apresentou resultado significativo.

O estudo conduzido por Byan e colegas (2016) o impacto da utilização de agentes pedagógicos animados dotados de personalidades distintas pode influenciar o aprendizado. Através dos resultados obtidos concluiu-se que feedbacks emocionais são melhores para o aprendizado do aluno em ambientes virtuais.

4.3 *Mindfulness* e realidade virtual

O trabalho de Gromala e seus colegas (2015) descreve a criação e utilização de um ambiente de realidade virtual para a prática de *mindfulness*. O VMW (*Virtual Meditative Walk*) oferece um ambiente pacífico, sem distrações e seguro para que o usuário utilize os recursos oferecidos pela realidade virtual para caminhar em um uma linda e agradável floresta. Uma câmera permite que o indivíduo caminhe e explore a floresta. (GROMALA et al., 2015).

O experimento contou com a participação de 13 indivíduos da região de Vancouver com idade entre 35 e 55 anos; cada um dos participantes tinha um diagnóstico de dor crônica. Seis participantes (3 homens e 3 mulheres) foram designados para o grupo de controle e os outros 7 participantes (3 homens e 4 mulheres) foram incluídos no grupo experimental. Os participantes inseridos no grupo de controle ouviram uma faixa de áudio com uma técnica da terapia MBSR (*Mindfulness Based Stress Reduction*). Os participantes do grupo experimental ouviam a mesma faixa de áudio enquanto utilizavam o equipamento de realidade virtual (Figura 7).

Figura 7: Equipamento utilizado no Virtual Meditative Walk



Fonte: Gromala (2015)

Os resultados obtidos com o experimento indicaram que a integração da realidade virtual às técnicas de *mindfulness* foram mais eficazes do que a aplicação apenas do *mindfulness* para tratamento da dor crônica. É importante destacar também que os participantes utilizaram o VMW por apenas 12 minutos, um tempo relativamente curto para uma sessão de *mindfulness*. Os autores sugerem aumentar o tempo de utilização do VMW em estudos futuros e analisar se o efeito analgésico pode ter sua duração ampliada.

4.4 Mindfulness em sistemas tutores inteligentes

O trabalho proposto por Schaab e seus colegas (2015) apresenta um estudo piloto sobre a utilização de áudios para guiar os alunos em uma sessão de *mindfulness* durante a utilização do sistema tutor inteligente Pat2Math.

O experimento foi realizado com duas turmas do sétimo ano do ensino fundamental de uma escola particular do Vale do Sinos no Rio Grande do Sul. As aulas utilizando o STI tinham duração de 50 minutos e ocorriam uma vez por semana durante quatro semanas. Para o experimento, 59 estudantes foram divididos aleatoriamente em um grupo de experimental e um grupo de controle. Após a eliminação dos alunos que não realizaram o pré-teste ou o pós-teste, restou 46 alunos com idade entre 12 e 14 anos que foram divididos em um grupo experimental composto por 24 alunos e um grupo de controle formado por 22 alunos. Todos os alunos participantes estavam aprendendo álgebra elementar utilizaram o Pat2Math durante quatro semanas consecutivas. A Figura 8 ilustra o desenho da avaliação experimental utilizado para o estudo. .

Figura 8: Desenho experimental para o uso de *mindfulness* no PAT2Math



Fonte: Schaab et al. (2015)

Enquanto o grupo de *mindfulness* utilizava uma gravação (Figura 9) para orientar a prática de *mindfulness* dos alunos, o grupo de controle acompanhava uma gravação que contava a história da álgebra. Caso o aluno tentasse de alguma forma burlar o procedimento, o aluno era automaticamente redirecionado para a janela com o áudio correspondente: se o aluno

pertencia ao grupo experimental era direcionado para o áudio com a técnica de *mindfulness*, caso o aluno estivesse no grupo de controle, o áudio com a história da álgebra era apresentado.

Figura 9: Tela de reprodução do áudio no PAT2Math



Fonte: Schaab et al. (2015)

A influência do *mindfulness* na melhora da aprendizagem foi avaliada através de um pré-teste e um pós-teste em formato de prova. O teste apresentava equações de primeiro grau que deveriam ser resolvidas pelos alunos participantes. Avaliação da atenção do aluno foi feita através de um questionário elaborado por estudantes de psicologia sob a orientação de um psicólogo especialista em avaliação psicológica. O questionário possui 16 questões referentes ao comportamento de um aluno atento. A professora da turma deveria avaliar cada uma das questões utilizando uma escala de 0 a 10. (SCHAAB et al., 2015).

Os resultados relativos ao uso de *mindfulness* para a melhora da aprendizagem deste estudo não apresentaram evidências para corroborar que sua utilização melhora a aprendizagem. Os autores acreditam que os efeitos possam ser fruto do uso do sistema tutor inteligente, uma vez que ambos os grupos, controle e experimental, apresentaram ganho de aprendizagem. Referente à percepção da atenção por parte do professor, o resultado apresentou uma diferença estatística significativa ($p < 0,05$) em ambos os grupos. Houve melhora significativa na interação do aluno com o professor, na participação do aluno quando solicitado pelo professor, o estudante também melhorou a capacidade de manter contato visual, além de uma melhora na capacidade do aluno manter o foco durante a explicação do professor. Apesar de um grupo utilizar o áudio para praticar um exercício de *mindfulness*, ambos os grupos tiveram que direcionar sua atenção para um estímulo específico. Assim a melhora da atenção em ambos os grupos pode ser justificada pelo fato de o áudio contendo fatos sobre álgebra pode

ter representado para os alunos do grupo de controle uma experiência similar a prática de *mindfulness*.

4.5 Detectando e evitando distrações durante a leitura no computador

Para D’Mello (2016) as distrações da mente (*mind wandering*, em inglês) são um fenômeno que tem uma influência negativa sobre o desempenho e produtividade. Para isso Mello propôs uma interface inteligente que detecta a distração da mente através do movimento dos olhos, usando um dispositivo de eye-tracking, durante a leitura.

A interface proposta por D’Mello funciona da seguinte forma. Os participantes do experimento deveriam realizar a leitura de um texto exibido em uma tela de computador página por página. Durante a leitura, o leitor tem seus movimentos oculares rastreados. Existe uma forte relação entre os movimentos oculares e o foco atencional. (RAYNER, 1998 apud D’Mello, 2016, p. 1663). Quando a distração mental é detectada, o sistema intervém para que o leitor recupere a atenção. A intervenção envolvia uma pergunta relacionada ao conteúdo da página em que tivesse sido detectada distração da mente.

Para treinamento do detector, durante o experimento, os participantes foram instruídos a relatar os momentos em que a mente se distrai. O relato era feito através do pressionamento de uma tecla pré-estabelecida sempre que pensavam em algo que não estivesse relacionado à tarefa ou ao conteúdo do texto. O autorrelato foi usado para treinamento do sistema de detecção da distração da mente.

Inicialmente a intervenção foi realizada com o mesmo texto utilizado para criar o detector de distração mental (embora pudesse ser utilizado qualquer outro texto). Para abordar a ambiguidade na detecção da distração foi utilizada probabilidade de divagação do detector para determinar probabilisticamente quando intervir. Por exemplo, se a probabilidade de distração for de 70%, existe a probabilidade de 70% do sistema intervir. Não houve intervenção do sistema durante as primeiras três páginas para permitir que o usuário se familiarizasse com a leitura. Além disso, o número de intervenções do sistema foi limitado a 1/3 do número de páginas do texto.

A intervenção contou com duas perguntas de múltipla escolha para cada página do texto. Quando o sistema resolvesse intervir, uma das perguntas era selecionada aleatoriamente e apresentada ao usuário. Caso a resposta fornecida pelo usuário estivesse correta, um feedback era fornecido e o usuário poderia avançar para a próxima página. Se a resposta do usuário estivesse incorreta, o sistema o incentivava a refazer a leitura da página. O usuário recebe então uma segunda pergunta aleatória (que poderia ser a pergunta alternativa ou a mesma respondida anteriormente). Independentemente de responder corretamente a segunda pergunta, o usuário poderia avançar para a próxima página.

O estudo contou com a participação de 104 estudantes distribuídos entre um grupo experimental e um grupo de controle. Cada um dos participantes do grupo experimental foi pareado com um membro do grupo de controle. Cada um dos participantes do grupo de controle recebeu as mesmas perguntas do seu equivalente no grupo de intervenção. Por exemplo: O indivíduo A recebeu as perguntas das páginas 5,7,10 e 25, então participante recebeu as perguntas correspondentes às mesmas páginas. Após a leitura, os participantes responderam um

pós-teste de múltipla escolha para medir o aprendizado. As perguntas foram selecionadas aleatoriamente a partir das 57 páginas (uma por página) com a exceção de que foi dada uma maior prioridade de seleção às páginas que foram relidas devido à intervenção do sistema. Cada um dos participantes recebeu uma média de 16 intervenções pelo sistema. A probabilidade de distração da mente foi significativamente correlacionada negativamente com o desempenho nas perguntas do pré-teste ($r = -0,296$ e $p = 0,033$), bem como no pós-teste ($r = -0,319$ e $p = 0,021$) fornecendo assim, evidência para a validade do detector de distração mental. (MELLO, 2016).

4.6 Considerações finais

Em relação aos trabalhos relacionados cada um deles utiliza de forma isolada um dos recursos nos quais esta proposta se pauta. Na Tabela 3, é feita a comparação entre o trabalho desenvolvido e os trabalhos relacionados. O trabalho de Hudlicka (2013) propõem o uso de um treinador virtual para ensinar *mindfulness*, enquanto o trabalho de Schaab et al. (2015) faz uso de gravações de áudio dentro do sistema tutor inteligente Pat2Math sem o uso de um agente pedagógico. O trabalho de Byan et al (2016) também se destina ao ensino de uma técnica oriental específica, no caso o Tai chi chuan. Por fim, a pesquisa de Gromala et al. (2015) faz uso de realidade virtual como um instrumento de meditação dinâmica, ou seja, a meditação acontece durante uma caminhada em um ambiente de realidade virtual. E embora este trabalho não esteja relacionado com a aplicação de tecnologia e *mindfulness* na educação ele destaca-se pelo uso do campo emergente da realidade virtual.

Tabela 3: Comparativo entre os trabalhos relacionados e o trabalho desenvolvido

Trabalho	Instrução Guiada	Adaptação	Monitoramento da atenção	Feedback	Integração com STIs
Hudlicka (2013)	Não	Não	Não	Sim	Não
Byan et al (2016)	Não	Não	Não	Sim – Fornecido por um instrutor	Não
Gromala (2015)	Sim	Não	Não	Não	Não
Schaab et al. (2015)	Sim	Não	Não	Não	Sim
Mello (2016)	Não	Não	Sim	Sim	Não
Trabalho desenvolvido	Sim	Sim	Não	Não	Sim

Fonte: Elaborado pelo autor

O trabalho de D’Mello (2016), descrito na seção 5.2, apresentou o primeiro sistema inteligente de detecção de divagação mental, ou de distração mental, em tempo real e com intervenção dinâmica durante a leitura computadorizada. Na avaliação de D’Mello, o resultado da intervenção foi eficaz no combate aos efeitos negativos da distração mental. Porém, há espaço para o aperfeiçoamento do detector. A estratégia de utilizar questionários durante a leitura pode ser considerada um pouco intrusiva, além de limitar a autonomia do usuário durante

a leitura. Para D’Mello uma das melhorias possíveis é solicitar aos usuários que expliquem o conteúdo do texto com suas palavras. A inserção de um recurso similar que permita detectar em que momentos o aluno se distraiu durante a meditação é um recurso que aumentaria a eficácia da aplicação desenvolvida evidenciando assim a validade do trabalho desenvolvido.

Assim a originalidade desta proposta se pauta no desenvolvimento de um sistema que permita o treinamento adaptado e personalizado da atenção através de técnicas de meditação para se alcançar o estado de *mindfulness* (atenção plena). Além disso, o componente desenvolvido possui forma modular, permitindo a sua integração em outros sistemas com arquitetura similar ao PAT2Math. As técnicas de meditação utilizadas para promover o estado de atenção plena no estudante são apresentadas em forma de áudio durante a utilização do PAT2Math. Este sistema atuará de forma dinâmica identificando por meio de um questionário curto qual o nível de atenção do estudante e qual o seu estado de humor. Ao inferir estas informações o sistema selecionará um exercício de meditação adaptado ao estado de humor do aluno, além de aumentar progressivamente a duração do exercício de meditação à medida que o aluno vai adquirindo mais experiência. O trabalho desenvolvido será apresentado no próximo capítulo.

5 TRABALHO DESENVOLVIDO

Este capítulo apresenta o trabalho desenvolvido. Este compreende o desenvolvimento de um componente que ao ser integrado ao PAT2Math é capaz de oferecer aos estudantes utilizadores do PAT2Math uma ferramenta para lhes auxiliar na melhora da atenção durante a resolução dos problemas de álgebra no STI. Este componente apresenta aos estudantes usuários do PAT2Math um treinamento de *mindfulness* guiado e adaptado ao humor e ao tempo de experiência dos estudantes. Os exercícios de meditação consistem em gravações de áudio que guiam o aluno no exercício de meditação em específico. O fato de se utilizar técnicas guiadas é importante, pois é mais fácil para os estudantes jovens ter uma ferramenta que o oriente e ajude a manter o foco e atenção nas tarefas.

As técnicas guiadas são adaptadas levando em consideração dois aspectos do estudante: o seu estado de humor no momento da sessão e o tempo de experiência do aluno em meditação. Assim, o componente desenvolvido é capaz de selecionar a técnica de meditação mais adequada para o estudante, além de ser capaz de aumentar a duração do exercício à medida que o aluno adquire experiência nas técnicas de meditação. Por exemplo, para um aluno que nunca praticou meditação anteriormente, o sistema apresenta técnicas baseadas na respiração, escaneamento corporal ou na exploração dos cinco sentidos para que o aluno atinja o estado de atenção plena. (BRODERICK; FRANK, 2014; KABAT-ZINN, 2003). Com passar do tempo e com o aumento da experiência do aluno são utilizadas técnicas mais subjetivas, ou seja, técnicas que buscam fazer com que o próprio aluno tome consciência do que está acontecendo com o seu corpo e mente. À medida que o aluno vai adquirindo experiência, as técnicas de respiração baseadas no programa MBSR (*Mindfulness Based Stress Reduction*) vão sendo substituídas por técnicas que visam a mudança comportamental, tais técnicas estão fortemente relacionadas a abordagem MBCT (*Mindfulness Based Cognitive Therapy*). (MA; TEASDALE, 2004; WILLIAMS et al., 2014). Técnicas da abordagem MBCT são mais complexas de serem aplicadas pois exigem que o praticante tenha um alto grau de consciência do que ocorre em seu corpo e mente para que ele seja capaz de autorregular suas emoções e a prática tenha o efeito desejado. (BAER, 2003).

O modelo computacional desenvolvido representa um avanço em relação ao trabalho anterior do grupo (SCHAAB et al., 2015) pois apresenta as meditações de forma guiada e personalizada, além mostrar ao aluno os benefícios da meditação através de mensagem motivacionais que são adaptadas de acordo com o nível de experiência do aluno.

Este capítulo está organizado com a seguinte estrutura: a seção 5.1 apresenta a primeira versão do modelo e as dificuldades de implementação do referido modelo; a seção 5.2 apresenta a versão do modelo implementado. Finalmente, na seção 5.3 São descritos os aspectos técnicos de implementação utilizados no sistema.

5.1 A primeira versão – Experimento inicial

A primeira versão deste trabalho contava com a utilização de um agente pedagógico animado e além disso contaria com a utilização de uma câmera para monitorar a postura do

aluno durante a meditação, bem como detectar alguma distração do aluno através da utilização de recursos de *eye-tracking*. Após a realização de alguns testes, apesar de ser o modelo ideal para o perfeito funcionamento do componente, este se tornou inviável a acabou por ser modificado, originando a segunda versão (Ver Seção 5.2).

5.1.1 Funcionamento da primeira versão

A primeira versão do experimento contaria com um agente pedagógico animado que seria integrado ao sistema tutor PAT2Math. Este agente realizaria intervenções cada vez que o aluno desviasse o olhar ou fizesse movimentos bruscos com a cabeça durante a utilização do STI.

Os testes iniciais foram realizados utilizando um equipamento para monitorar os movimentos oculares. O Eyetribe (Figura 10) é um dispositivo equipado com recursos de *eye-tracking*, permitindo assim, a entrada de dados provenientes do olhar do usuário. Estes dados podem ser empregados posteriormente para melhorar o design de um site ou de uma publicação impressa, além de poderem ser utilizados em jogos, navegação dentro de um Sistema Operacional, pesquisas de mercado e testes de usabilidade. O Eyetribe conta com um software próprio para captura e análise dos dados, porém o custo do aparelho aliado ao fato de que o dispositivo não é mais fabricado inviabilizaria o seu uso.

Figura 10: Eyetribe

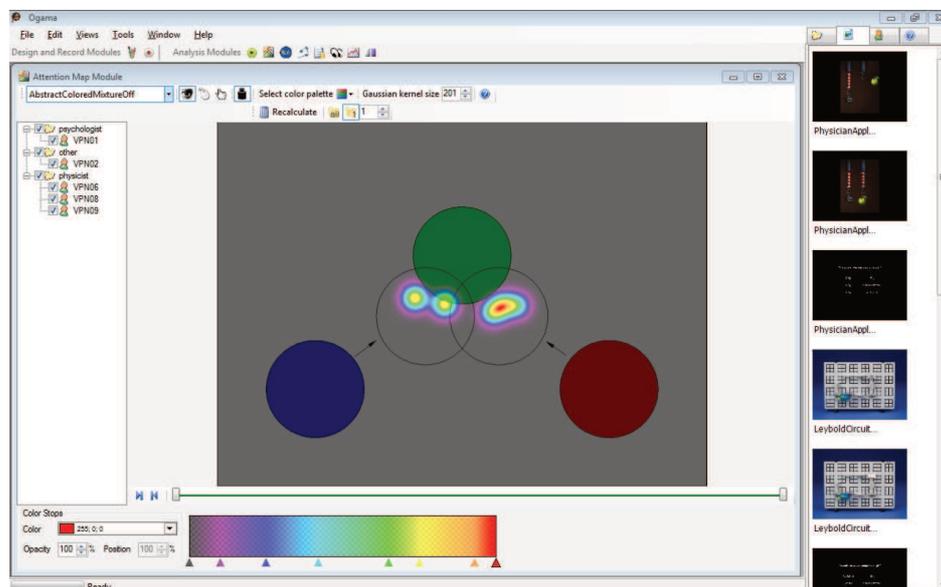


Fonte: <https://www.ippinka.com>

O Eyetribe também é compatível com o software OGAMA (Open Gaze And Mouse Analyser). Na Figura 11 é apresentado o funcionamento do mapa atencional feito através do OGAMA. As áreas com cores mais quentes (tons de amarelo, laranja e vermelho) indicam em

que partes da tela o usuário direcionou sua atenção por mais tempo. O OGAMA é um software *opensource*, gratuito e compatível, não apenas com o Eyetribe, mas também com outros modelos de webcam, inclusive, modelos com um valor mais acessível. O desempenho do OGAMA para a detecção dos movimentos oculares se equipara ao uso do software próprio do Eyetribe, somando-se a isso a vantagem do OGAMA ter suporte a outros dispositivos de eye-tracking, inclusive suportando o uso de webcams convencionais, desde que estes aparelhos contem com um emissor de luz infravermelha para utilização noturna.

Figura 11: Mapa atencional feito no OGAMA



Fonte: <http://www.ogama.net/sites/default/files/screenshots/>

Apesar de OGAMA ter um desempenho tão bom quanto o software do Eyetribe e de suportar a utilização de webcams no lugar dos dispositivos próprios para eye-tracking, utilizar o software integrado em uma aplicação web se mostrou uma tarefa muito complexa de ser feita e assim a utilização do software foi abandonada.

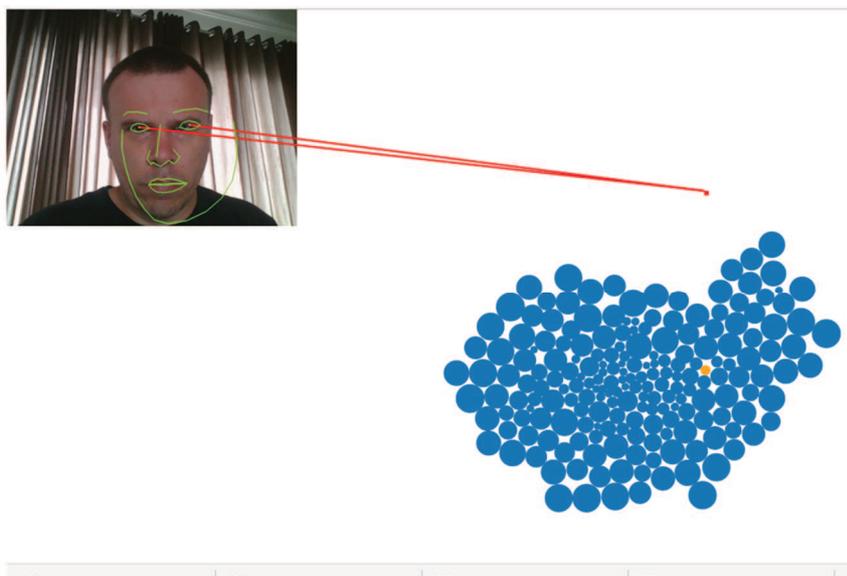
5.1.2 Eye-tracking no navegador

Após a utilização do OGAMA ter sido descartada, foi iniciada a busca por uma solução que permitisse a utilização do eye-tracking no navegador, pois o trabalho desenvolvido seria integrado a um STI que é executado através da web.

A pesquisa apontou uma solução que utiliza uma biblioteca javascript para realizar o rastreamento dos movimentos oculares através do uso de webcams convencionais. A biblioteca WebGazer.js (PAPOUTSAKI et al., 2016) é uma aplicação desenvolvida em javascript que utiliza webcams comuns, existentes em notebooks e dispositivos móveis, para inferir em tempo real os movimentos oculares dos usuários ao acessarem uma página web (Figura 12). Segundo

Papoutsaki e seus colegas (2016), o WebGazer.js no seu estado atual de desenvolvimento é útil para aplicações que não exijam um grande nível de precisão.

Figura 12: WebGazer.js em funcionamento



Fonte: <https://webgazer.cs.brown.edu/collision.html?>

Em contrapartida, os testes realizados com o rastreamento dos movimentos oculares no PAT2Math não apresentaram resultados satisfatórios devido a falta de precisão do WebGazer.js, tornando o agente pedagógico animado excessivamente intrusivo, prejudicando assim a experiência do usuário.

Assim, após a decisão de não utilizar recursos relacionados a tecnologia eye-tracking, também foi optado por remover o agente pedagógico animado, visto que este perderia a sua função que era de atuar sempre que o estudante se distraísse durante a utilização do PAT2Math.

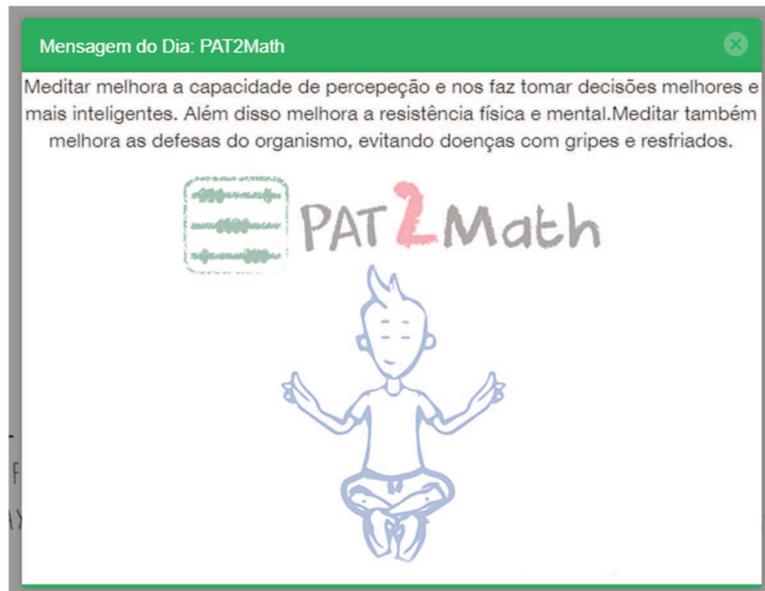
5.2 Segunda versão – O trabalho desenvolvido

Após a remoção dos recursos não utilizados, foi necessário focar nos diferenciais e nas reais contribuições do trabalho desenvolvido. Neste sentido, o principal diferencial deste trabalho é a adaptação da meditação ao humor do estudante e ao seu nível de experiência em meditação. Esta adaptação é baseada em estudos científicos que buscam melhorar a atenção do aluno, ajudando-o a atingir o estado de *mindfulness* por meio de técnicas de meditação. (BRINGUS, 2016; SERVICE, 2010).

A aplicação desenvolvida busca melhorar a atenção, e conseqüentemente o foco do estudante durante a utilização do sistema tutor inteligente PAT2Math. Adicionalmente, espera-se que o estudante seja capaz de monitorar e ter consciência sobre o seu estado atual de atenção, sendo capaz de se autorregular e voltar a se focar nos exercícios dentro do STI.

Além disso, a aplicação desenvolvida também busca, através de mensagens motivacionais, mostrar para o aluno os benefícios do *mindfulness* e dos exercícios de meditação, não apenas para o desempenho escolar do estudante, mas também dos benefícios que a prática constante de meditação pode trazer para a vida familiar e para a saúde como um todo. Na Figura 13 pode ser visualizado um exemplo de mensagem motivacional. Na Figura 14 é exibida uma captura de tela do banco de dados exibindo a seleção do exercício para cada estado de humor relatado pelo aluno. Cada exercício possui três versões com durações diferentes que variam entre 3 e 5 minutos. Além disso, cada um dos exercícios apresentados é adequado a um determinado humor. A seleção dos exercícios para cada tipo de humor é baseada nos trabalhos de Kabat-Zin (1982), Teasdale (2000) e Williams e Penman (2011). Maiores detalhes sobre a seleção adaptada dos exercícios de meditação podem ser vistos na Seção 5.2.4.

Figura 13: Mensagem de motivação exibida para o estudante



Fonte: Elaborada pelo autor

As mensagens motivacionais são apresentadas seguindo o princípio de adaptação que orienta o trabalho desenvolvido, ou seja, inicialmente as mensagens contêm explicações detalhadas sobre a prática, e à medida que o estudante avança no uso do STI as mensagens vão se tornando cada vez mais simples.

Figura 14: Adaptação do exercício baseada no humor do estudante e na experiência do estudante

id	date	exercise	humor
21	2017-11-20 23:25:49	Meditação da paz 1	bored
22	2017-11-21 12:32:55	Meditação do amor universal 1	angry
26	2017-12-06 13:37:30	Escaneamento corporal 1	happy
24	2017-12-06 12:56:50	Meditação dos sentidos 1	distracted
25	2017-12-06 13:09:37	Escaneamento corporal 1	happy
27	2017-12-06 13:45:04	Respiração atenta 1	distracted
28	2017-12-06 14:44:42	Respiração atenta 2	happy
NULL	NULL	NULL	NULL

Fonte: Elaborado pelo autor

Este trabalho utiliza técnicas baseadas na Terapia MBSR (*mindfulness based stress reduction*) presentes no trabalho de Kabat-zin (1998) e na terapia MBCT (*mindfulness based cognitive therapy*) idealizada por Teasdale e Segal (2000).

A aplicação desenvolvida neste trabalho tem como objetivo ser utilizada de forma integrada em sistemas tutores inteligentes independente do domínio ensinado no STI. A adaptação ocorre em dois aspectos, conforme citado anteriormente: a meditação selecionada considera o humor informado pelo aluno e o tempo de experiência em meditação. O sistema leva em consideração estas duas informações, e assim seleciona um exercício de meditação adequado. O histórico das meditações realizadas pelo aluno é mantido em uma base de dados para que seja possível inferir o nível de experiência do estudante.

Nas subseções seguintes são apresentados os componentes presentes na aplicação.

5.2.1 Questionário para inferir o nível de atenção do estudante

Para inferir o nível de atenção do estudante de forma pouco intrusiva foi elaborado um questionário. Por meio de uma série de perguntas é avaliado o quanto o aluno está consciente da sua distração ou foco no momento presente (Figura 15). Neste questionário é utilizada uma escala likert com valores que variam entre 1 e 10 para indicar o quanto estudante concorda com a afirmação que está sendo exibida. Assim, se o estudante discorda totalmente da afirmação, ele deve marcar 1; por outro lado, se ele concorda plenamente deve marcar 10.

Figura 15: Questionário para avaliar o nível de atenção do estudante

Responda o questionário sobre atenção. Lembre-se de ser o mais sincero possível, sem se preocupar em estar certo ou errado. O que você marcar não vale nota, mas vai nos ajudar a avaliar seu grau de atenção durante a atividade. Em caso de dúvida, contate o professor. Indique, em uma escala de 0 a 10 o quanto que você se identifica com as afirmações abaixo no presente momento.

Neste momento me sinto distraído.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Neste momento sinto-me focado para realizar as atividades.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Neste momento o barulho do ambiente me distrai.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Fonte: Elaborado pelo autor

O questionário para avaliar o nível de atenção do aluno é composto por duas ou três perguntas que visam avaliar o quão atento o estudante está no momento da utilização do PAT2Math. Embora, originalmente, tenham sido elaboradas 7 perguntas baseadas na escala MAAS para medir a atenção do aluno (Tabela 4), optou-se por criar três versões do questionário (cada uma com duas ou três perguntas), para a tarefa de respondê-lo não ser maçante ao estudante.

Tabela 4: Perguntas utilizadas no questionário para avaliar a atenção do aluno

Questões	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1) Estou atento										
2) Estou concentrado										
3) Estou focado para realizar as atividades										
4) Me sinto distraído										
5) Meu pensamento está focado no uso do PAT2Math										
6) O barulho do ambiente me distrai										
7) Meus pensamentos estão distantes										

Fonte: Adaptado de Brown e Ryan (2003)

Dessa forma, foram geradas três versões deste questionário: uma versão contém três questões e as outras duas versões contém duas questões ficando assim distribuídas.

- O primeiro questionário é formado pelas seguintes questões: a) neste momento me sinto distraído; b) neste momento me sinto focado para realizar as atividades; c) neste momento o barulho do ambiente me distrai.
- O segundo questionário é formado pelas questões: a) neste momento me sinto focado para realizar as atividades; b) neste momento meus pensamentos estão distantes.

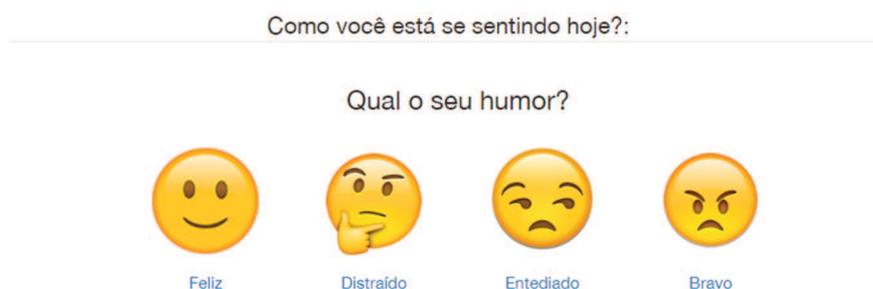
- O terceiro questionário contém as questões: a) neste momento me sinto distraído; b) neste momento meu pensamento está focado no uso do PAT2Math.

A aplicação seleciona uma das três versões do questionário e o aluno responde o mesmo questionário três vezes durante a mesma sessão de uso do PAT2Math: a) ao logar-se no PAT2Math, b) ao concluir o exercício de meditação proposto pela aplicação, e, por fim, c) ao concluir a resolução de exercícios dentro do PAT2Math, ou seja, ao final da sessão. O objetivo, ao fazer o aluno responder nesses três momentos, é verificar se a meditação ocasiona variação na atenção do aluno durante a sessão. Os resultados do questionário de atenção das diferentes sessões serão usados para se observar se alguma mudança positiva no foco do estudante persiste com o passar do tempo.

5.2.2 Identificando o humor do estudante

Para identificar o humor do aluno, é exibido um questionário onde o estudante é levado a refletir sobre o seu humor no momento atual. Este questionário é composto pelas perguntas “Como você está se sentindo hoje? Qual seu humor?” e o estudante deve selecionar, entre os *emoticons* apresentados (Figura 16), a figura que melhor representa o seu estado de humor no momento presente. O aluno pode escolher entre os seguintes estados de humor: Feliz, Distraído, Entediado e Bravo.

Figura 16: Questionário utilizado para detectar o humor do aluno



Fonte: Elaborado pelo autor

A identificação do humor do estudante permite ao sistema desenvolvido selecionar o exercício de meditação mais adequado ao seu estado. Os parâmetros para escolha do exercício de meditação são baseados nas pesquisas de Kabat-Zin (1982), Kabat-Zin (1998), Kabat-Zin (2003) e Teasdale (2000). As meditações escolhidas e os trabalhos de pesquisa nos quais elas são baseadas são descritos na seção 5.2.3.

A utilização do questionário para detectar o humor do aluno é uma abordagem não muito exata, pois depende única e exclusivamente da sinceridade do aluno ao responder o questionário. Essa abordagem foi escolhida pois a utilização de sensores e câmeras para a detecção do humor, da respiração, dos batimentos cardíacos e expressões faciais inviabilizaria

o experimento em uma sala de aula ou com um número muito grande de participantes simultâneos.

5.2.3 Exercícios de meditação escolhidos

Em relação aos exercícios de meditação escolhidos, o principal critério para a escolha era a possibilidade de realizá-lo sentado. Desta forma, exercícios que utilizavam a respiração como âncora, exercícios que utilizavam os cinco sentidos, exercícios de escaneamento corporal foram os que melhor se enquadraram para a aplicação em um sistema tutor inteligente. Outro cuidado tomado foi em relação a utilização de exercícios que exigiam uma participação mais ativa do estudante.

Dos trabalhos de Kabatz-Zin foram adotadas as técnicas que envolvem o foco na respiração. Estes exercícios foram selecionados para serem utilizados nas meditações guiadas da aplicação, pois podem ser praticados com o estudante sentado em sua cadeira.

Outra técnica presente nos estudos de Kabat-Zin é a técnica de escaneamento corporal ou *bodyscan*. As técnicas que envolvem escaneamento corporal são largamente utilizadas em programas e treinamentos baseados em *mindfulness* e são facilmente adaptáveis para serem apresentadas em forma de uma instrução guiada. A forma clássica para realizar este exercício também é em posição sentada, fato que facilitou sua utilização na aplicação desenvolvida e integrada ao PAT2Math. O objetivo principal destas técnicas é fazer com que os estudantes concentrassem de forma intencional sua atenção na vivência do momento presente, ou seja, na resolução das equações dentro do STI e, desta forma, melhorar sua atenção para melhorar a aprendizagem acerca da álgebra e da resolução de equações.

O trabalho de Teasdale (2000) está relacionado com a aplicação de *mindfulness* em terapias cognitivo-comportamentais. Esta abordagem é utilizada para o tratamento de distúrbios como depressão e ansiedade. Para ele não são os pensamentos disfuncionais que causam crises de depressão e ansiedade, mas sim a forma como o indivíduo processa esses pensamentos. Esta mesma afirmação foi inicialmente apresentada no trabalho de Segal e Williams (1995). Assim, ao fazer com que o estudante indique através de um questionário como ele percebe o seu estado de humor, a aplicação faz com que ele reconheça e aceite como ele está se sentindo (feliz, triste, bravo ou distraído) naquele momento.

Por fim, as técnicas guiadas fazem com que o aluno se torne consciente do seu estado atual e que ele se conscientize sobre sentimentos e emoções, sejam bons ou ruins. Isso faz com que o aluno perceba que todos os sentimentos e emoções são passageiros e que a melhor coisa que ele pode fazer é aceitar e deixar que eles passem para que assim ele possa se concentrar nas atividades que ele precisa realizar dentro do PAT2Math.

Quando o estudante passa a aceitar que as variações de humor são parte de um cenário mutável e não uma característica imutável e central de sua personalidade, ele aprende a focar no momento presente e não em eventos passados ou futuros, facilitando assim que sua atenção esteja totalmente focada na resolução das equações dentro do sistema tutor.

5.2.4 Selecionando as meditações e mensagens

Assim, como na pesquisa de Schaab et. al (2015), no presente trabalho os exercícios de meditação consistem em gravações de áudio que guiam o aluno no exercício de meditação em específico. No entanto, o principal diferencial deste trabalho em relação ao trabalho de Schaab et. al (2015) é que existem tipos de meditações para cada estado de humor do estudante. Além disso, ao iniciar a reprodução do áudio com a meditação guiada é exibido para o estudante uma mensagem para mostrar a ele os benefícios da prática de meditação para o bem-estar físico e mental.

Em relação às meditações, foram utilizadas oito meditações, e cada meditação conta com três versões com durações diferentes. Para alunos com pouca ou nenhuma experiência em meditação eram reproduzidos os áudios de três minutos. São considerados alunos com pouca ou nenhuma experiência alunos que praticaram até 15 minutos de meditação; alunos que praticaram entre 15 e 30 minutos de meditação, são considerados alunos intermediários; e, por fim, os estudantes que praticaram acima de 30 minutos de meditação são classificados estudantes em nível avançado.

A cada nível alcançado, o estudante passava mais tempo meditando e exercitando a sua atenção antes de iniciar as suas atividades no PAT2Math. Na Tabela 5 é possível acompanhar as meditações utilizadas e em quais estados de humor as mesmas foram aplicadas.

Assim como os exercícios de meditação eram adaptados ao aluno, as mensagens de motivação exibidas ao estudante também sofriam adaptação em função do tempo de experiência do aluno.

Os exercícios apresentados na tabela 4 são baseados em programas de terapia baseada em *mindfulness*. Algumas técnicas, como as técnicas de respiração e escaneamento, meditação dos sentidos, foram adaptadas a partir do trabalho de Williams e Penman (2011), do trabalho desenvolvido por Cardoso (2015), além do trabalho desenvolvido por Anmol Arora⁴, que é específico para jovens em idade escolar.

Para cada exercício de meditação executado pela aplicação é exibida uma mensagem mostrando os benefícios da meditação para o estudante como forma de incentivá-lo a praticar exercícios de atenção plena fora do PAT2Math. As mensagens de meditação estão divididas em três níveis de detalhe. Inicialmente, elas são mais detalhadas e vão se tornando mais genéricas de acordo com o tempo de prática do estudante (Tabela 6).

⁴ Disponível em https://medium.com/@_cmz_/mahatma-medita%C3%A7%C3%A3o-pela-paz-d5faeacbfa6

Tabela 5: Exercícios de meditação guiada utilizadas pela aplicação

Meditação	Descrição do exercício	Humor
Respiração atenta	Neste exercício o estudante é convidado a direcionar a sua atenção para a respiração e para os movimentos do abdômen enquanto inspira e expira	- Feliz - Distraído - Chateado
Movimento atento	Durante o exercício o aluno é orientado a realizar alguns movimentos com os membros superiores e inferiores, além de realizar algumas técnicas de alongamento. Neste exercício o estudante direciona seu foco para as sensações corporais	- Feliz - Chateado
Respiração alternada	A respiração alternada consiste em iniciar um ciclo de respirações utilizando uma narina por vez. O praticante bloqueia a narina direita com o auxílio da mão e inspira pela narina esquerda para em seguida bloquear a narina esquerda e exalar o ar pela narina direita. Após ter inspirado e expirado uma vez por cada narina, o praticante concluiu um ciclo do exercício.	- Bravo
Escaneamento corporal	Neste exercício de meditação o praticante deve direcionar a atenção para cada uma das partes do seu corpo. O praticante deve procurar perceber sensações de frio, calor, tensão, etc.	- Feliz - Distraído
Meditação dos sentidos	Neste exercício o aluno direciona a sua atenção a cada um dos sentidos. O aluno deve observar o ambiente a sua volta, ouvir e distinguir os sons do ambiente, sentir o tato da própria roupa ou de materiais a sua disposição, exercitar o olfato através dos aromas do ambiente	- Feliz - Distraído
Meditação da paz	Esta técnica envolve a utilização de técnicas de meditação seguidas pela repetição de frases que pedem a paz na escola, na família e para si próprios.	- Bravo - Chateado
Previsão do tempo interior	Nesta técnica o estudante faz um exercício de respiração e é convidado a meditar sobre como o seu humor e como situações boas ou ruins são transitórias, ou seja, não duram para sempre.	- Bravo - Chateado
Meditação do amor universal	Neste exercício, enquanto o aluno direciona sua atenção para a respiração, ele é convidado a refletir sobre os bons sentimentos e direcioná-los para as pessoas que fazem parte do seu círculo escolar, familiar e social.	- Feliz - Bravo - Chateado

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 6: Mensagens da aplicação por nível

Nível	Mensagem
Nível 01	<i>Mindfulness</i> é um estado mental de atenção plena. Esta prática contribui para a melhora da atenção, concentração e da inteligência emocional.
	A pratica da meditação deixa o indivíduo mais consciente do momento presente. Essa prática faz com que as pessoas se tornem mais concentradas e criativas.
	Quando estamos ansiosos ou preocupados, o cérebro produz cortisol. O cortisol é um hormônio produzido em situações de estresse ou perigo. Quando os níveis de cortisol ficam muito altos podem causar vários problemas de saúde.
	Meditar melhora a capacidade de percepção e nos faz tomar decisões melhores e mais inteligentes. Além disso, melhora a resistência física e mental. Meditar também melhora as defesas do organismo, evitando doenças como gripes e resfriados.
Nível 02	Praticar <i>mindfulness</i> pode melhorar o seu desempenho escolar. Meditar é uma excelente forma de treinar o músculo da atenção, e assim melhorar a memória de trabalho e a aprendizagem.
	<i>Mindfulness</i> causa mudanças físicas no cérebro. Meditar altera as células cerebrais, melhora a comunicação entre os neurônios, além de aumentar a proteção do cérebro, reduzindo o risco de problemas como estresse, depressão e outros problemas.
	Meditar melhora a consciência corporal e a regulação das emoções. Nos ajuda a sermos mais controlados em situações difíceis. E com o passar do tempo este autocontrole emocional fica cada vez melhor.
	<i>Mindfulness</i> nos torna pessoas melhores. Meditar nos torna mais bondosos e assim melhora a convivência no ambiente familiar, escolar e profissional.
Nível 03	Praticar <i>mindfulness</i> ensina a estar presente de corpo e alma a todo o momento assim aprendemos a aproveitar melhor o nosso tempo, ganhando mais produtividade.
	Você pode praticar <i>mindfulness</i> a qualquer momento do dia. Durante o banho, durante uma refeição ou enquanto caminha para vir até a escola. Assim você pode aproveitar os benefícios da meditação em qualquer momento do seu dia.
	<i>Mindfulness</i> nos ajuda a sermos mais atentos e nos ensina a lidarmos melhor com as emoções, sejam essas emoções, boas ou ruins. Lembre-se: emoções são como nuvens. Elas vem e vão.
	Praticar <i>mindfulness</i> ajuda a dormir melhor. Quanto mais atenção você tem durante o dia, menor é a sua agitação à noite na hora de dormir, e dormir bem é muito importante para a saúde do nosso corpo e mente.

Fonte: Elaborado pelo autor

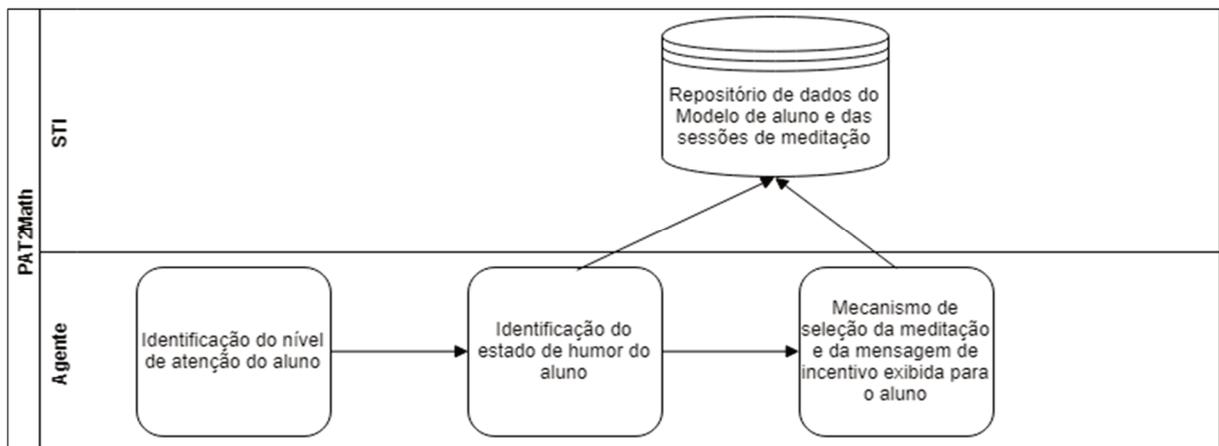
A seleção de dos exercícios e das meditações foi feita com base em um valor aleatório. As meditações foram separadas em grupos de quatro elementos, ou seja, para o humor feliz existiam quatro meditações possíveis, assim cada exercício tinha uma probabilidade de 25% de ser selecionado e apresentado ao estudante. O mesmo acontecia com as mensagens exibidas. Eram três níveis de detalhamento das mensagens e cada nível possui quatro mensagens, assim cada uma das quatro mensagens de cada nível tinha 25% de probabilidade de ser selecionada e exibida ao estudante.

As meditações aplicadas e as mensagens exibidas aos estudantes buscavam construir nos alunos uma meta-consciência para que eles mesmos pudessem usufruir dos benefícios do *mindfulness* sempre que eles julgassem necessário.

5.3 Arquitetura da aplicação

A arquitetura da aplicação é apresentada na Figura 17 com os seus componentes e sua integração com o STI. Os principais módulos do STI estão representados, destacando-se o modelo de aluno e o repositório de dados utilizado pela aplicação para armazenar um histórico das práticas de meditação do aluno. A aplicação interage com PAT2Math enviando e recebendo informações vindas da base de dados.

Figura 17: Arquitetura da aplicação



Fonte: Elaborado pelo autor

As meditações consideradas na aplicação são utilizadas para que o estudante aumente o seu próprio grau de atenção durante a utilização do PAT2Math, além de adquirir uma maior consciência do seu nível de distração / atenção e assim seja capaz de se autorregular. Isso porque a partir do momento em que a pessoa se torna consciente de que está distraída ela é capaz de recuperar e direcionar sua atenção para um objeto desejado, seja sua respiração, algum de seus sentidos ou até mesmo uma tarefa escolar. (DAVIDSON et al., 2003b; KABAT-ZINN; LIPWORTH; BURNEY, 1985; KABATT-ZINN, 1998).

A aplicação utiliza o modelo de aluno para recuperar informações do estudante que está ativo no STI. As informações do estudante são utilizadas para iniciar o componente responsável por detectar o grau de atenção ou de distração do aluno.

Existe também um componente responsável por identificar o estado de humor do aluno no momento presente. O estado de humor é utilizado para que o componente responsável pelas meditações seja capaz de selecionar o exercício mais adequado para o estudante.

Por fim, os componentes da aplicação comunicam-se com o repositório de dados do PAT2Math para armazenar o histórico de cada uma das sessões de *mindfulness* realizadas pelo estudante.

5.4 Implementação e integração com PAT2Math

Esta seção apresenta os aspectos técnicos referentes ao desenvolvimento da aplicação descrita neste capítulo. A aplicação desenvolvida foi inicialmente integrada ao STI PAT2Math, mas por possuir uma arquitetura bastante flexível pode ser integrada a qualquer STI do tipo step-based. Apesar da aplicação desenvolvida inicialmente ser integrada ao PAT2Math para a realização do estudo de caso, ela depende única e exclusivamente do módulo de aluno para personalizar a experiência do usuário durante a utilização do STI.

A aplicação proposta foi desenvolvida como sendo um módulo do PAT2Math. Desta forma, foi possível reutilizar vários recursos presentes dentro do PAT2Math. Não foi necessário implementar nenhuma camada intermediária de comunicação, por exemplo, um webservice. A comunicação entre o PAT2Math e aplicação que executa a meditação adaptada para o aluno foi feita utilizando classes Java. As subseções seguintes descrevem aspectos da aplicação que executa a meditação adaptada para o estudante. A Figura 18 apresenta um diagrama do funcionamento da aplicação.

O PAT2Math é uma aplicação web e pode ser acessado através do endereço <http://pat2math.unisinos.br>. O PAT2Math é executado em um servidor Jetty⁵ que implementa a especificação JavaEE⁶. A interface da aplicação ou módulo de comunicação, que é executada na máquina cliente, foi implementado utilizando as seguintes tecnologias: HTML5, CSS, Javascript e o framework JQuery. Os demais módulos que são parte integrante do STI são executados no servidor de aplicações. Todas as requisições feitas ao servidor através da interface são realizadas utilizando técnicas de requisição assíncrona, ou seja, é permitido realizar requisições em paralelo ao servidor. Para o tratamento das requisições assíncronas é utilizado AJAX (*Asynchronous Javascript and XML*). Todos os módulos integrantes do PAT2Math são descritos na seção 3.2.

A linguagem de programação utilizada para o desenvolvimento dos módulos do STI é a linguagem Java. Alguns dos módulos utilizam também bibliotecas específicas, por exemplo, a

⁵ Disponível em <http://www.eclipse.org/jetty>

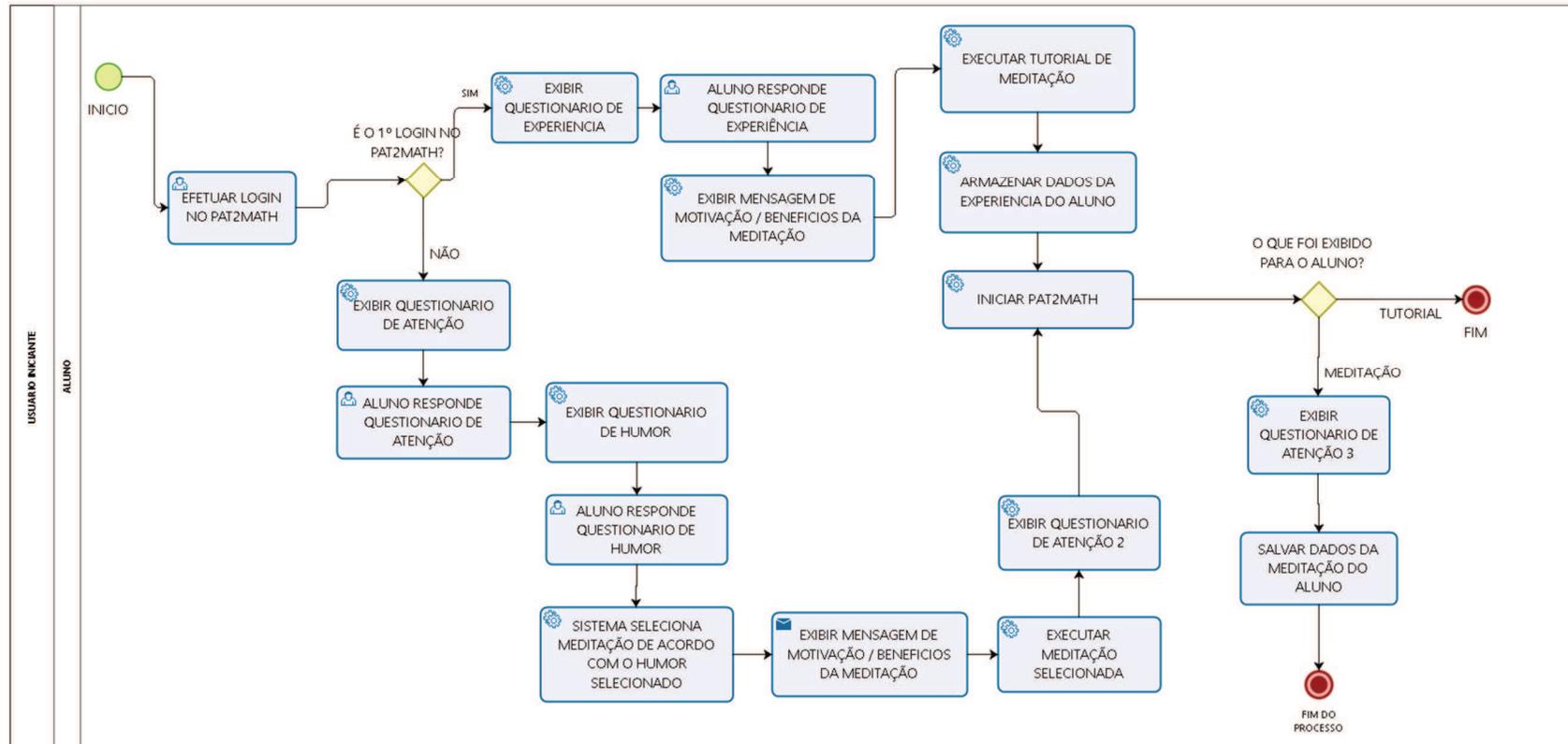
⁶ Java Platform, Enterprise Edition é uma plataforma de programação para servidores na linguagem de programação Java

Drools Engine⁷. Esta *shell* é utilizada no módulo especialista do STI, sendo responsável por implementar todas as regras de produção que representam o conhecimento especialista no domínio de equações algébricas.

Além dos módulos convencionais presentes em STI, a arquitetura do PAT2Math possui também outros três módulos responsáveis por tratar de questões como: a) recebimento e encaminhamento das requisições do cliente (browser); b) exposição das funcionalidades e mecanismos do STI; c) requisições ao banco de dados.

⁷ Disponível em <http://www.drools.org>

Figura 18: Funcionamento da aplicação de *mindfulness* em um STI



Fonte: Elaborado pelo autor

Estes três módulos são conhecidos na arquitetura do STI como Controlador, Serviço e Repositório. Estes componentes do PAT2Math foram implementados utilizando o framework Java Spring⁸. O Spring utiliza a arquitetura MVC (Model View Controller), um conceito amplamente utilizado na engenharia de software, onde é possível dividir um software em camadas e, desta forma, permitir que cada camada existente seja responsável por diferentes “tarefas” dentro de uma aplicação. A separação de um software em camadas faz com que o mesmo adquira qualidades como organização, reusabilidade e portabilidade.

Um exemplo do funcionamento e da interação entre as camadas da aplicação é quando o aluno informa ao STI sobre como está o seu humor no momento presente. O STI envia uma requisição HTTP assíncrona ao servidor da aplicação. Nesta requisição, a resposta e o tempo de experiência do aluno são enviados como parâmetros; o controlador recebe os dados e prepara a página que executará a meditação e exibe a mensagem de motivação / suporte adequada ao humor e a experiência do aluno. Após estes passos, a aplicação envia ao repositório do banco de dados as informações sobre a prática de meditação do estudante e ao fim da meditação, o aluno é direcionado ao PAT2Math.

Para manter o bom funcionamento do PAT2Math e evitar a sobrecarga de requisições no servidor em virtude do uso da reprodução de arquivos de áudio foi utilizada a API *Iframe*⁹ disponibilizada pelo site de streaming de vídeos YouTube. Através do uso desta API foi possível hospedar todos os 32 arquivos de áudio das meditações utilizadas na aplicação e fazer o carregamento da gravação que estava hospedada no site YouTube dentro da página da aplicação integrada ao PAT2Math.

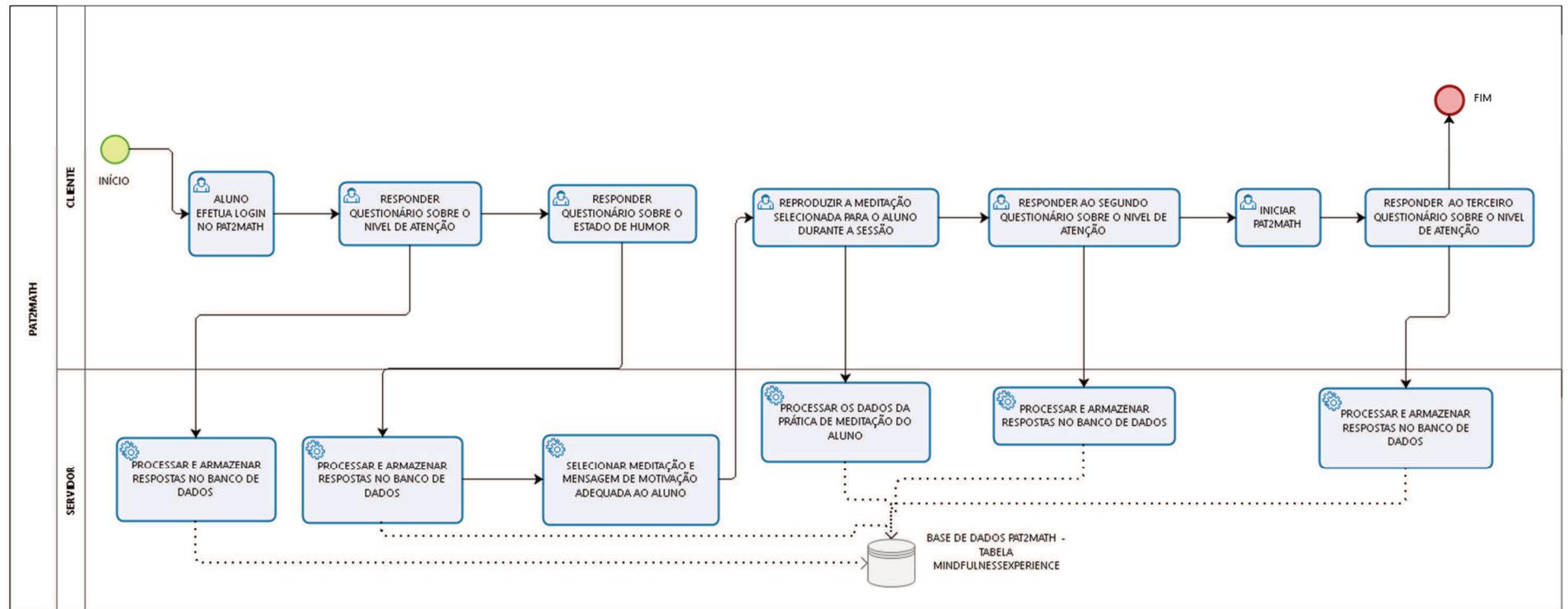
Além do carregamento dos vídeos, a API permitiu também controlar várias propriedades e eventos do áudio durante a reprodução do mesmo. Utilizando as funções desta API foi possível controlar o volume de reprodução, a exibição ou não do *Iframe*, obter informações da gravação, como tempo total de duração, título, entre outros. Além disso, foi possível adicionar *listeners* para eventos que são executados em resposta a eventos do player, como, por exemplo, uma mudança no estado de reprodução.

Para o armazenamento dos dados foi utilizado como repositório uma tabela criada no mesmo banco de dados do PAT2Math. Para gerenciar as tabelas do STI é utilizado o sistema gerenciador de banco de dados MySQL. Uma única tabela armazena os dados do aluno, a meditação realizada, o humor informado pelo estudante e os valores dos questionários de atenção respondidos pelo estudante. A Figura 19 apresenta o fluxo de informações até as informações serem salvas no banco de dados.

⁸ Disponível em: <https://projects.spring.io/spring-framework/>

⁹ Disponível em https://developers.google.com/youtube/iframe_api_reference?hl=pt-br

Figura 19: Fluxo das informações até o banco de dados



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.5 Cenário de uso

Após a descrição da aplicação desenvolvida e da sua integração ao STI, é possível ilustrar um cenário onde se pode observar o funcionamento da aplicação após a sua integração ao PAT2Math.

O aluno acessa o PAT2Math e efetua login com seu usuário e senha. A seguir a interface do PAT2Math é carregada e exibe um questionário para avaliar o quanto o aluno está atento ou distraído no momento presente (Figura 20). Existem três questionários que são selecionados aleatoriamente pela aplicação; estes três questionários são formados pelas questões citadas na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** É importante destacar que o aluno sempre responde ao mesmo questionário durante a sessão no PAT2Math, ou seja, o aluno responde o mesmo questionário em três momentos distintos enquanto utiliza o sistema tutor. Ao responder, o aluno deve escolher um valor entre 1 e 10, onde 1 significa que o estudante discorda totalmente da afirmação apresentada e 10 significa que o estudante concorda plenamente com a afirmação apresentada na tela. O questionário utilizado é baseado no Questionário MAAS (BROWN; RYAN, 2003).

Figura 20: Questionário para avaliar o nível de atenção do aluno

Responda o questionário sobre atenção. Lembre-se de ser o mais sincero possível, sem se preocupar em estar certo ou errado. O que você marcar não vale nota, mas vai nos ajudar a avaliar seu grau de atenção durante a atividade. Em caso de dúvida, contate o professor. Indique, em uma escala de 0 a 10 o quanto que você se identifica com as afirmações abaixo no presente momento.

<p style="text-align: center;">Neste momento me sinto distraído.</p> <p style="text-align: center;"> <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9 <input type="radio"/> 10 </p>
<p style="text-align: center;">Neste momento sinto-me focado para realizar as atividades.</p> <p style="text-align: center;"> <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input checked="" type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9 <input type="radio"/> 10 </p>
<p style="text-align: center;">Neste momento o barulho do ambiente me distraí.</p> <p style="text-align: center;"> <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9 <input type="radio"/> 10 </p>

[Responder](#)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após responder o primeiro questionário, que verifica o seu nível de atenção, o estudante deve responder em seguida o questionário que identifica o seu estado de humor. É importante destacar que o humor é verificado apenas uma vez durante as atividades dentro do STI (Figura 21).

Figura 21: Identificação do humor do aluno via questionário

Como você está se sentindo hoje?:

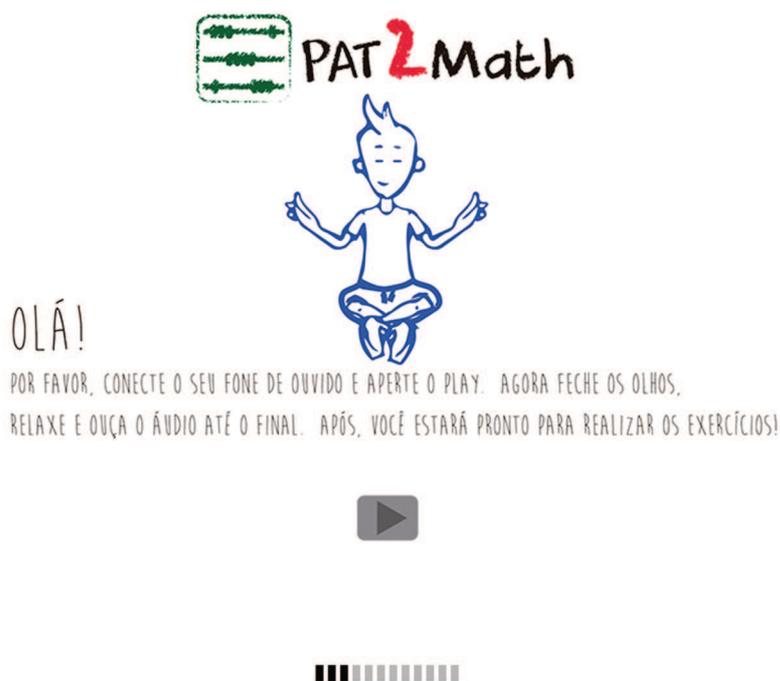
Qual o seu humor?

Feliz Distraído Entediado Bravo

Fonte: Elaborado pelo autor

Na etapa seguinte, o módulo responsável por selecionar o exercício de meditação para o aluno se comunica via API IFrame com o repositório onde os áudios estão hospedados e carrega para o aluno uma mensagem de motivação e informação sobre a prática de *mindfulness* e a gravação correspondente à meditação adequada ao aluno (Figura 22).

Figura 22: Reprodução do áudio da meditação via API IFrame do YouTube

Fonte: Elaborado pelo autor

Após o término da meditação, o estudante deve responder ao questionário de atenção pela segunda vez. Assim que o aluno confirma suas respostas, ele é direcionado automaticamente para a página principal do PAT2Math, onde deve iniciar a resolução das equações algébricas de acordo com os planos de aula do STI. Após concluir a resolução dos exercícios no STI, o aluno responde pela terceira e última vez na sessão o questionário que avalia o seu nível de atenção (Figura 23).

Figura 23: Respondendo ao último questionário para verificar a atenção do estudante

Responda o questionário sobre atenção. Lembre-se de ser o mais sincero possível, sem se preocupar em estar certo ou errado. O que você marcar não vale nota, mas vai nos ajudar a avaliar seu grau de atenção durante a atividade. Em caso de dúvida, contate o professor. Indique, em uma escala de 0 a 10 o quanto que você se identifica com as afirmações abaixo no presente momento.

Neste momento me sinto distraído.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Neste momento sinto-me focado para realizar as atividades.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Neste momento o barulho do ambiente me distrai.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

0 de 25 pontos

Equações concluídas: 2 / 5

Dica

Fonte: Elaborado pelo autor

Este é um exemplo de cenário do uso da aplicação que oferece uma prática guiada e personalizada de *mindfulness* aos estudantes durante a utilização do PAT2Math.

Espera-se que, após sua utilização, o aluno tenha uma melhora no seu nível de atenção e adicionalmente adquira as habilidades para se tornar consciente de suas distrações sendo assim capaz de conscientemente trazer sua atenção de volta às atividades no PAT2Math.

O próximo capítulo descreve a avaliação e os resultados da implantação da prática de *mindfulness* guiada e adaptada em sistemas tutores inteligentes.

6 AVALIAÇÃO E RESULTADOS

Este capítulo descreve os procedimentos, materiais utilizados e resultados da avaliação experimental da utilização de *mindfulness* guiado e adaptado no STI PAT2Math. O objetivo da avaliação é verificar se a aplicação de exercícios de *mindfulness* guiados e adaptados ao humor e ao tempo de experiência do aluno melhoram a sua atenção e o seu desempenho durante a resolução de equações no sistema tutor inteligente PAT2Math. Mais especificamente, o objetivo da aplicação é: a) verificar se a prática de exercícios guiados e adaptados de *mindfulness* durante o uso de um STI produz algum efeito de melhora na atenção do aluno; b) verificar se existe uma relação entre a prática de meditação e o desempenho dos estudantes durante a resolução de equações em um STI.

O sistema tutor inteligente PAT2Math foi utilizado por três turmas do sétimo ano, totalizando 41 alunos, de uma escola particular localizada no Vale do Sinos. A avaliação foi realizada entre os dias 20 de outubro de 2017 e 1º de dezembro de 2017. Os alunos se dirigiam ao laboratório de informática e acessavam o PAT2Math para resolver equações de primeiro grau durante 50 minutos, uma vez por semana.

Os materiais utilizados, métodos empregados, a divisão dos alunos, as etapas de avaliação e os resultados obtidos e as conclusões são apresentados nas seções seguintes.

6.1 Materiais e métodos

A avaliação foi realizada seguindo um desenho experimental do tipo grupo de controle versus grupo experimental, em que os alunos foram distribuídos aleatoriamente nesses grupos. Nesta avaliação, mais especificamente, foram utilizados dois grupos de controle e um grupo experimental, totalizando três grupos. A escolha deste tipo de avaliação se dá em virtude da robustez deste desenho experimental. Este desenho experimental permite ver se a utilização das técnicas de meditação produz algum efeito seja na regulação da atenção, seja no desempenho dentro do domínio. (LEEDY e ORMROD, 2001).

O desenho experimental continha um grupo de controle que ouviu apenas um áudio que narrava a história da álgebra e um grupo de controle que ouviu áudios de técnicas não adaptadas de meditação. Ambos os grupos de controle seguem o delineamento proposto pelo trabalho desenvolvido por Schaab et al. (2015). Por fim, o grupo experimental utilizou o agente desenvolvido neste trabalho, que conta com a utilização de técnicas guiadas e adaptadas ao humor e ao tempo de prática do estudante.

A escolha desses três grupos permite avaliar duas situações distintas:

- **Grupo de Controle (História da álgebra) versus Grupo Experimental** – Desta forma espera-se encontrar evidências de que a prática de meditação guiada e adaptada produz efeitos positivos na capacidade de atenção do estudante quando comparada ao uso de outros áudios com finalidade educacional ou pedagógica.
- **Grupo de controle (Meditação não adaptada) versus Grupo experimental** – Neste cenário espera-se encontrar evidências de que a prática de meditação guiada e adaptada ao humor e à experiência do aluno pode produzir efeitos mais positivos

na atenção do aluno quando comparada com a utilização de técnicas de meditação não adaptadas.

Cada um dos alunos foi atribuído a um dos grupos de controle ou ao grupo experimental. Para realizar a distribuição dos alunos por grupo foi utilizada uma função desenvolvida no banco de dados da aplicação que distribuía aleatoriamente os alunos em um dos grupos no momento que o aluno era inserido no banco de dados do PAT2Math.

A avaliação foi realizada em três etapas, como pode ser visualizado na Figura 24. As etapas envolveram a realização de sessões semanais com duração de 50 minutos. Como os alunos já estavam utilizando o STI desde o início do ano letivo, não foi necessário realizar uma sessão para orientar os alunos como utilizar o STI. Assim, para a primeira etapa da avaliação foi realizado um pré-teste. A segunda etapa compreendeu a prática de exercícios de *mindfulness* e a utilização do PAT2Math. Por fim, na terceira etapa os alunos realizaram o pós-teste. A avaliação teve a duração de sete semanas no total, sendo que entre a segunda sessão realizada no dia 27/10/2017 e a terceira sessão realizada no dia 10/11/2017 houve um intervalo de duas semanas em decorrência de um feriado escolar. Dessa forma, os alunos utilizaram o tutor apenas em cinco sessões, sendo que cada sessão teve uma duração de 50 minutos.

Figura 24: Desenho experimental da avaliação

Grupo	1ª Etapa (1 sessão)	2ª Etapa (5 sessões)	3ª Etapa (1 sessão)
 Controle 1 (n= 12)	Pré-teste	Uso do PAT2Math com meditação sem elementos adaptativos	Pós-teste
 Controle 2 (n= 11)		Uso do PAT2Math sem meditação, apenas com o áudio contando a história da álgebra	
 Experimental (n= 18)		Uso do PAT2Math com exercícios de meditação adaptados ao humor e à experiência do aluno	
	Coleta do Desempenho	Avaliação do nível de atenção do aluno.	Coleta do desempenho
		Questionário de avaliação da aplicação ¹⁰	

Fonte: Elaborado pelo autor

¹⁰ Realizado na sessão anterior à aplicação do pós-teste.

Como a avaliação ocorreu próximo ao fim do ano letivo da escola, não foi necessário solicitar aos alunos o preenchimento e entrega do TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido) assinado pelo seu responsável legal, pois este já havia sido preenchido no início do ano letivo.

A primeira etapa foi realizada em uma única sessão com as três turmas ao mesmo tempo. Nesta etapa foi realizado o pré-teste para coletar o desempenho dos alunos antes do início das intervenções (sessões do experimento). Cada aluno recebeu uma folha contendo 15 equações com diversos níveis de complexidade. O objetivo da aplicação do pré-teste é coletar um valor inicial do desempenho de cada estudante para poder comparar com o resultado no pós-teste e assim poder estimar se houve melhora no desempenho após as intervenções. O modelo do teste aplicado é disponibilizado no apêndice A deste documento.

Na segunda etapa foram realizadas as cinco sessões de intervenção. As sessões foram realizadas em um laboratório de informática e tiveram duração de 50 minutos cada. O grupo experimental utilizou uma versão do PAT2Math com a aplicação de técnicas de meditação adaptadas ao humor e ao tempo de experiência. O primeiro grupo de controle utilizou o PAT2Math com a aplicação de técnicas de meditação sem adaptação. Esta versão da aplicação contava com três versões de técnicas de *mindfulness* voltadas ao uso da respiração como âncora atencional. Neste grupo, as meditações eram selecionadas randomicamente por um algoritmo da aplicação. O segundo grupo de controle também contava com três versões do áudio que contava a história da álgebra. Neste grupo o áudio ouvido pelo estudante também era selecionado randomicamente pela aplicação. Os alunos não foram avisados previamente dos detalhes das sessões, como por exemplo a existência de diferentes versões de áudio ou divisão por grupos. Na última intervenção realizada na semana anterior à aplicação do pós-teste, os alunos responderam um questionário de avaliação da aplicação desenvolvida neste trabalho. O modelo do questionário utilizado está disponível no apêndice B desta dissertação.

A terceira etapa foi realizada em uma única sessão em sala de aula. Nessa seção, os alunos realizaram um pós-teste para a verificação de desempenho. Esse pós-teste era isomórfico ao pré-teste, ou seja, as questões eram similares, apresentando o mesmo nível de dificuldade. A utilização do pós-teste neste trabalho deve-se à necessidade de verificar se houve um ganho na aprendizagem do estudante.

É importante salientar que apesar de alguns alunos já terem conhecimento sobre técnicas de meditação e *mindfulness*, nenhum deles se enquadrava como aluno intermediário ou avançado, pois não praticavam meditação com regularidade. Dessa forma, não houve adaptação do sistema em relação ao tempo de prática dos estudantes, uma vez que, devido à curta duração do experimento, os estudantes permaneceram no nível iniciante.

6.2 Resultados

O principal objetivo deste trabalho é encontrar evidências de que a prática de técnicas de meditação guiada e adaptada dentro de um STI é capaz de melhorar a atenção dos estudantes e, por consequência, também no seu desempenho na aprendizagem sobre resoluções em equações de primeiro grau.

Tabela 7: Panorama dos alunos participantes da avaliação

Participantes	Controle 1	Controle 2	Experimental
Masculino	7	6	9
Feminino	5	5	9
Total	12	11	18

Fonte: Elaborado pelo autor

As amostras de dados dos grupos de controle e experimental utilizadas na avaliação são constituídas de alunos que participaram do pré-teste e do pós-teste. Inicialmente a amostra era composta de 58 alunos do 7º ano do ensino fundamental, porém 12 alunos foram removidos dos registros do experimento, para os cálculos de ganhos de aprendizagem, pois não participaram do pré-teste ou do pós-teste. Na tabela 7 é possível ver um panorama dos alunos participantes da avaliação. Para verificar os níveis de atenção, foram considerados os resultados dos questionários de atenção de todos os alunos que participaram ao menos de quatro sessões de intervenção com o STI, independentemente se eles realizaram, ou não, o pré e pós testes.

6.2.1 Avaliação dos níveis de atenção

Durante as cinco sessões de uso do sistema tutor com o agente, os estudantes responderam a um breve questionário que tinha o objetivo de avaliar o quão atento o estudante estava durante o uso do PAT2Math. Esta avaliação, embora tenha sido feita através de um questionário que dependia essencialmente da sinceridade do aluno, é um importante instrumento para a avaliação da atenção, permitindo ainda o acompanhamento das possíveis variações de atenção do aluno durante a sessão e no decorrer das diferentes sessões. Idealmente, este tipo de monitoramento deveria ser realizado por meio de sensores, porém com o objetivo de viabilizar a aplicação das técnicas de meditação guiada no STI em uma escala maior, o uso do questionário possibilitou a realização do experimento sem a necessidade da utilização de hardware específico para esse fim.

A amostra de dados referentes à avaliação dos níveis de atenção está separada por grupos. Os dados relacionados à avaliação dos níveis de atenção do grupo de controle que utilizou a versão do PAT2Math com as técnicas de meditação não adaptadas estão disponíveis no apêndice C deste trabalho. Os dados referentes ao questionário de atenção do grupo de controle que utilizou a versão do PAT2Math com os áudios educacionais sobre a história da álgebra estão disponíveis no apêndice D desta dissertação. Os dados do grupo experimental da avaliação, ou seja, o grupo que utilizou a versão do STI que continha as técnicas de meditação guiadas e adaptadas foram disponibilizados no apêndice E deste trabalho.

Durante as cinco semanas de intervenção foram coletados 223 registros referentes às sessões de uso do PAT2Math. Destes 223 registros, 26,91% (60 registros) são pertencentes ao grupo de controle que praticou as técnicas de meditação sem adaptação; 31,39% (70 registros) são de sessões realizados por estudantes pertencentes ao grupo de controle que ouviu os áudios

educacionais sobre a história da álgebra, e 41,70% (93 registros) foram gerados por alunos pertencentes ao grupo experimental. Estes valores evidenciam que o grupo experimental teve possivelmente um maior engajamento durante as sessões de uso do sistema tutor inteligente com técnicas de meditação adaptadas à experiência e ao humor do aluno.

Tabela 8: Visão geral dos questionários de atenção

Média	Grupo	V1	V2	V3	Quantidade
Dia 1	Controle M	7,5139	7,7639	7,6528	12
	Controle H	6,8542	7,5104	7,0521	16
	Experimental	5,7105	6,7193	7,4561	19
Dia 2	Controle M	7,5694	7,2500	7,3750	12
	Controle H	6,3889	7,1556	7,2889	15
	Experimental	6,5351	7,7982	7,7895	19
Dia 3	Controle M	5,8030	7,0303	7,1818	11
	Controle H	5,1310	6,2381	7,2619	14
	Experimental	5,9649	7,5351	7,2807	19
Dia 4	Controle M	6,1071	7,4405	7,2500	14
	Controle H	6,4167	7,8854	8,3333	16
	Experimental	5,7544	7,7281	7,4649	19
Dia 5	Controle M	6,5303	7,3182	7,7121	11
	Controle H	6,3148	6,9630	7,0185	9
	Experimental	7,0294	8,3333	7,7941	17
Total	Controle M	6,7028	7,3694	7,4278	60
	Controle H	6,2405	7,1952	7,4333	70
	Experimental	6,1810	7,6075	7,5520	93

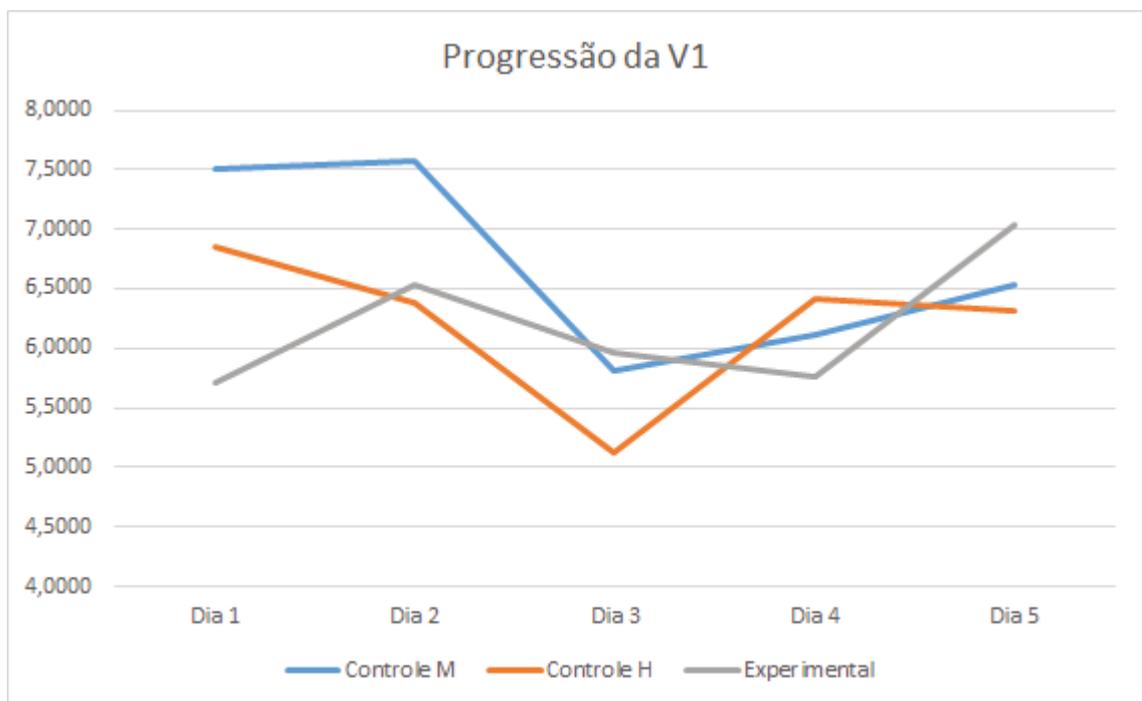
Fonte: Elaborado pelo autor

O questionário utilizado no PAT2Math para avaliar conta com três versões distintas. Internamente, para fins de registro em log do STI, eram chamados de V1, V2 e V3. Na tabela 8 é possível acompanhar uma visão geral dos valores das médias de cada um dos grupos para cada um dos questionários. Adicionalmente, é possível ver quantas vezes cada questionário foi respondido por cada grupo em cada um dos cinco dias de avaliação.

No Gráfico 1 é possível acompanhar a progressão dos valores das médias alcançadas por cada um dos grupos ao longo dos cinco dias de intervenção na primeira vez que respondem ao questionário, ou seja, logo ao se logarem, antes de realizar a sessão de meditação. Esse gráfico permite verificar se alguma mudança positiva na atenção persiste entre as sessões. É possível visualizar um aumento na média do nível de atenção do grupo experimental (meditação e adaptada) e do grupo de controle I (meditação não adaptada) quando comparados com o grupo

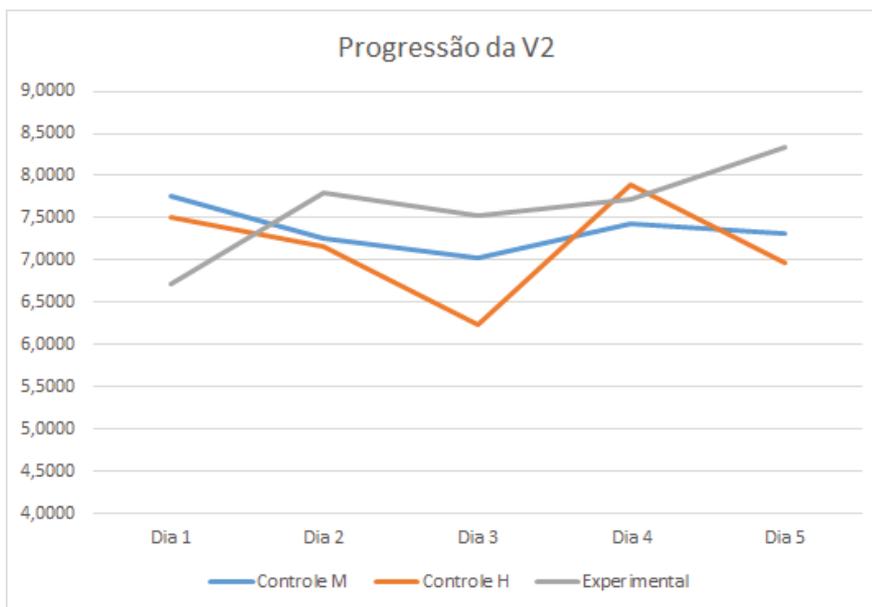
de controle II que utilizou áudios educacionais sobre a história da álgebra. Percebe-se, através do Gráfico 1, que o grupo experimental apresentou uma melhora na capacidade atencional quando se compara o primeiro dia de avaliação com o quinto e último dia, enquanto não se percebe esta progressão nos grupos experimentais.

Gráfico 1: Progressão dos valores do primeiro questionário de atenção (V1)

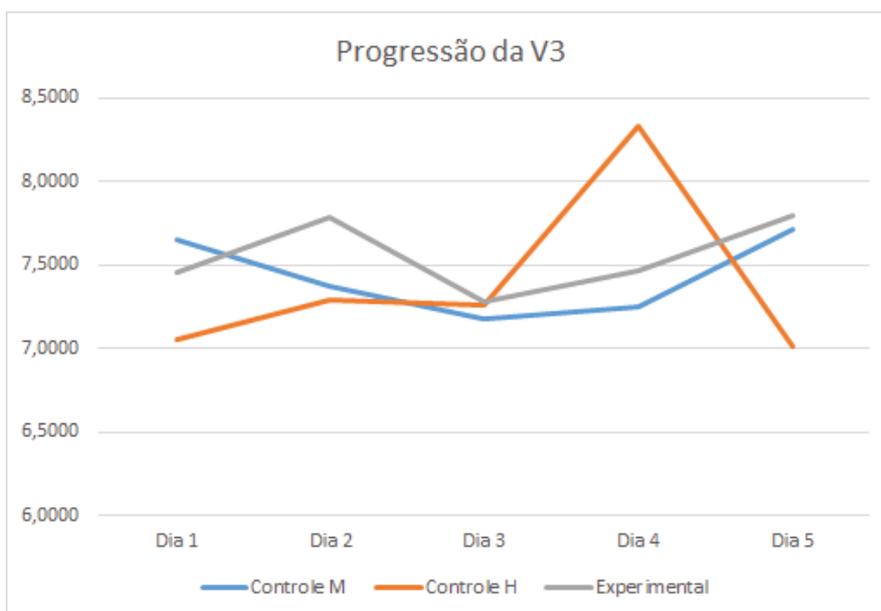


Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao analisar o Gráfico 2, é possível perceber que a segunda versão do questionário utilizado para avaliar o nível de atenção do aluno teve um comportamento muito similar ao primeiro questionário. Os resultados exibidos no Gráfico 2 demonstram mais uma vez que o grupo experimental conseguiu uma melhora no nível de atenção ao longo dos cinco dias de experimento. Por outro lado, o grupo de controle que fez uso do áudio educacional apresentou uma certa irregularidade nos níveis de atenção, enquanto o grupo que fez o uso das técnicas de meditação não-adaptadas teve uma média superior ao grupo da história da álgebra, mas inferior ao grupo experimental.

Gráfico 2: Progressão dos valores do segundo questionário de atenção (V2)

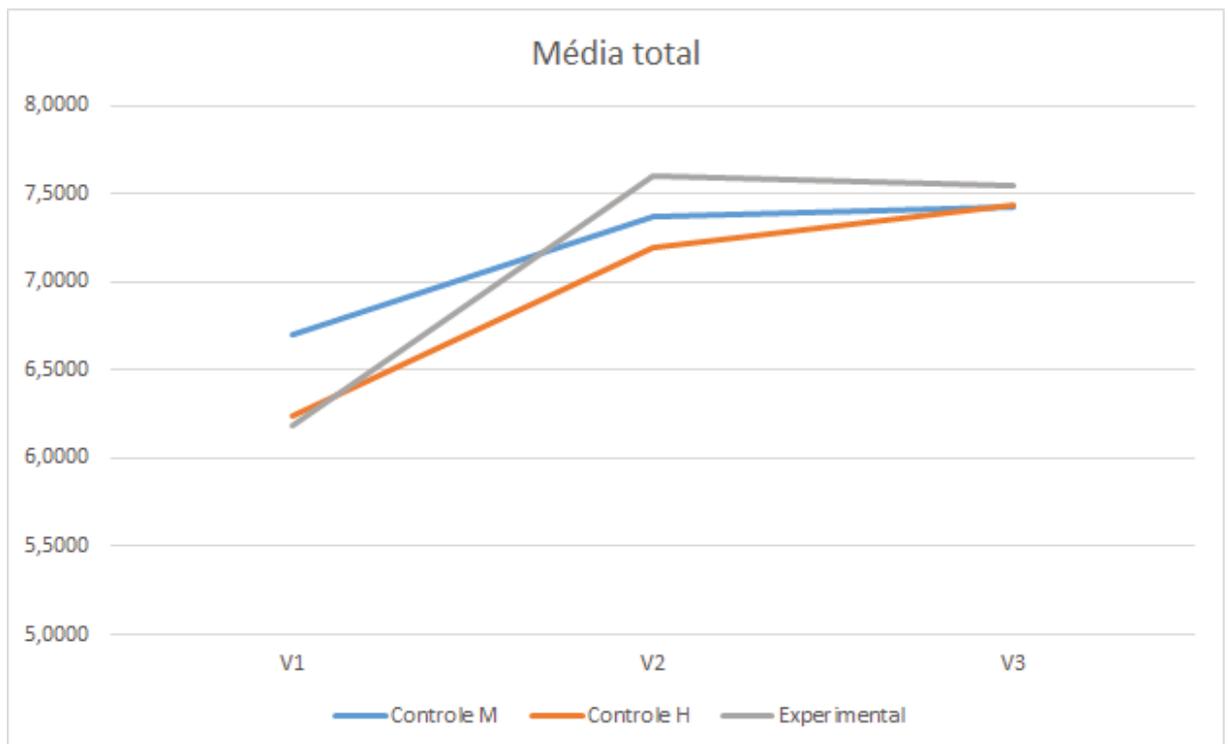
Fonte: Elaborado pelo autor

Gráfico 3: Progressão dos valores do terceiro questionário de atenção (V3)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação a terceira versão do questionário para avaliar a atenção dos estudantes é possível perceber novamente que o grupo experimental tem um valor maior na média do índice de atenção quando comparado aos grupos de controle. No Gráfico 3 é possível verificar que existe uma tendência de o grupo experimental ter um maior índice de atenção em relação aos dois grupos de controle. É possível perceber ainda ao comparar os dois grupos de meditação (controle e experimental) com o grupo que ouviu o áudio educacional percebe-se que as técnicas de meditação apresentam um impacto positivo na atenção dos estudantes ao passar dos dias. No entanto, observa-se um comportamento excepcional dos alunos do grupo de controle que ouviram história no dia 4. Não foi encontrada uma explicação de porque, excepcionalmente nesse dia, esses alunos se sentiram mais focados que os outros alunos.

Gráfico 4: Média total por grupo no questionário de atenção



Fonte: Elaborado pelo autor

Os efeitos positivos das técnicas de meditação guiada e adaptada durante a sessão ficam mais evidentes quando se comparam os valores das médias gerais para os dois grupos de controle e experimental da avaliação. É possível perceber que as médias gerais dos dois grupos de controle são bastante similares, sugerindo uma certa similaridade no efeito do áudio educacional e das técnicas de meditação não-adaptada. Já a média geral do grupo experimental é superior à média geral dos dois grupos de controle, evidenciando os efeitos positivos do uso de técnicas guiadas e adaptadas para treinamento e melhora da atenção.

6.2.2 Questionário de avaliação

Na sessão que antecedeu a aplicação do pós-teste, os alunos participantes responderam um questionário que coletou as impressões dos estudantes sobre a utilização do PAT2Math. O objetivo deste questionário foi verificar qual o impacto das diferentes versões do sistema, sejam eles de meditação ou história de álgebra, na percepção dos estudantes sobre a utilidade e interesse do sistema. O questionário utilizado é apresentado na Tabela 9. Para análise dos dados deste questionário de avaliação foram considerados apenas os alunos que participaram das três etapas da avaliação. As questões presentes neste questionário seguem uma escala likert de frequência em 5 pontos. Cada resposta recebeu uma pontuação com valor de 1 a 5, que foram atribuídos às respostas dadas pelos estudantes. Na tabela 9 é possível acompanhar o questionário bem como os cenários analisados e os valores dos testes estatísticos realizados para este trabalho. Em relação às opções de respostas disponíveis não havia um formato fixo nas respostas, mas as questões seguiam o modelo básico de: a) concordo plenamente (5 pontos); b) concordo parcialmente (4 pontos); c) indiferente (3 pontos); d) discordo parcialmente (2 pontos); e) discordo completamente (1 ponto). No apêndice F são disponibilizados os dados coletados para todos os grupos através do questionário de avaliação.

Para a análise dos resultados obtidos no questionário de avaliação foram considerados três cenários diferentes para a comparação entre os três grupos do experimento. No primeiro cenário são comparados os três grupos usados durante a intervenção: a) um grupo de controle que praticou meditação sem adaptação; b) um grupo de controle que ouviu os áudios contendo a história da álgebra e, por fim, c) o grupo experimental que praticou meditação adaptada.

Neste primeiro caso, os dados referentes à média e ao desvio padrão deste primeiro cenário são apresentados na tabela 9. No primeiro cenário do experimento foi aplicado um teste ANOVA para cada uma das questões para verificar se existe uma diferença estatisticamente significativa entre os três grupos. A pergunta nº 3 (“O uso dos áudios facilitou o uso do PAT2Math”) apresentou um valor de $p = 0,0424$, ou seja, um valor muito próximo ao índice de significância ($\alpha = 0,05$), mostrando que existe uma diferença entre os três grupos. Assim, post-hoc testes se fazem necessários para verificar quais versões do PAT2Math apresentaram melhores resultados.

No segundo cenário analisado, os participantes foram agrupados em dois grupos. O grupo que fez das técnicas de meditação sem adaptação e o grupo que utilizou a versão do PAT2Math que continha as narrações com a história da álgebra foram agrupados em um único grupo de controle e este grupo foi comparado com o grupo experimental que utilizava as técnicas de meditação guiada e adaptada. Para a pergunta 1 (“Você gostou de utilizar a versão com áudio do PAT2Math”) foi encontrado um valor de $p = 0,0904$, o que é um resultado marginalmente significativo, demonstrando que os alunos preferiram usar a versão experimental que as outras versões. Para a pergunta 2 (“Você acredita que os áudios dentro do PAT2Math são: ”), o valor de $p = 0,0313$ evidencia que os alunos acreditam que a utilização das meditações no PAT2Math é um recurso útil. O valor de $p = 0,0112$ encontrado para a

questão 3 (“Os áudios facilitaram o uso do PAT2Math”) suportam a hipótese de que os alunos sentiram mais facilidade em usar a versão que continha as técnicas de meditação adaptada. Por fim, na questão 5 (“Os áudios aumentaram o meu interesse nos estudos”) foi encontrado um valor de $p = 0,0260$, indicando que as técnicas de meditação guiada e adaptada fizeram com que os alunos sentissem um maior interesse nos estudos.

No terceiro e último cenário os grupos que praticaram meditação (com e sem adaptação) foram agrupados em um único grupo e em seguida foram comparados com o grupo que utilizou a versão do PAT2Math apenas com os áudios educacionais sobre a história da álgebra. O objetivo era comparar as duas formas de meditação em relação ao grupo de história. Os dois grupos foram comparados utilizando um teste t. Após a aplicação do teste de hipótese neste terceiro cenário não foram encontradas evidências significativas.

Analisando os dois primeiros cenários criados na avaliação é possível afirmar que a utilização das meditações no PAT2Math foi considerada pelos alunos uma adição interessante e o que este tipo de atividade pode produzir efeitos positivos na atenção e na aprendizagem dos estudantes que utilizam algum tipo de sistema tutor inteligente.

Tabela 9: Tabelas dos resultados do questionário de avaliação do agente

Número	Pergunta	Grupo	Média	Desvio Padrão	3 grupos (anova)	2 grupos (teste t): (história + meditação ã adapt) X experimental	2 grupos (teste t) (experimental + meditação não adapt) X história)
1	Você gostou de utilizar a versão do PAT2Math com áudio?	Controle M - 1	3,769231	1,0127394	0,3840	0,0904	0,2074
		Controle H - 2	3,727273	1,00905			
		Experimental	4,235294	1,2004901			
2	Você acredita que os áudios são:	Controle M - 1	3	1,1547005	0,1290	0,0313	0,4369
		Controle H - 2	3,454545	1,4396969			
		Experimental	3,941176	1,1440383			
3	O uso dos áudios facilitaram o uso do PAT2Math:	Controle M - 1	3,153846	1,068188	0,0424	0,0112	0,4322
		Controle H - 2	3,636364	1,0269106			
		Experimental	4,117647	0,9275204			
4	Os áudios deixaram a atividade dentro do PAT2Math mais interessantes:	Controle M - 1	3,461538	1,3301243	0,5970	0,8453	0,6848
		Controle H - 2	3,454545	1,5075567			

		Experimental	3	1,4142136			
5	Os áudios aumentaram o meu interesse nos estudos:	Controle M - 1	3,076923	0,9540736	0,1390	0,0260	0,2219
		Controle H - 2	3,181818	1,1677484			
		Experimental	3,823529	1,1311109			
6	Os áudios deixaram os exercícios no PAT2Math mais divertidos:	Controle M - 1	3,461538	1,1982894	0,8240	0,2645	0,3796
		Controle H - 2	3,454545	1,3684763			
		Experimental	3,705882	1,2126781			
7	A qualidade de gravação dos áudios era boa:	Controle M - 1	4,538462	0,5188745	0,8390	0,7140	0,6258
		Controle H - 2	4,545455	0,6875517			
		Experimental	4,411765	0,7952062			
8	Os áudios eram interessantes	Controle M - 1	3,846154	1,068188	0,8890	0,3045	0,4023
		Controle H - 2	3,818182	1,4012981			
		Experimental	4	0,8660254			
9	Consegui ouvir os áudios claramente, bem como acompanhar as instruções:	Controle M - 1	4,615385	0,5063697	0,5720	0,6549	0,3094
		Controle H - 2	4,272727	1,1908744			
		Experimental	4,352941	0,7859052			

Fonte: Elaborado pelo autor

6.2.3 Entrevistas

Além da coleta de dados quantitativos sobre o desempenho no domínio, e também sobre o engajamento do estudante e avaliação dos níveis de atenção, foram realizadas entrevistas com cinco alunos participantes do grupo experimental selecionados pela professora de matemática. Estes alunos foram convidados a relatar a sua experiência em realizar os exercícios de meditação. A entrevista foi realizada por um formando em psicologia e validada por um profissional da área.

Foram selecionados cinco alunos participantes do grupo experimental; estes alunos não estavam cientes de que haviam três versões do STI em uso. Os alunos convidados foram quatro participantes do sexo feminino e um participante do sexo masculino. Os alunos foram selecionados segundo a sugestão da professora responsável pela disciplina de matemática, seguindo o critério de que o aluno deveria ser comunicativo e, além disso, deveria estar de acordo em realizar a entrevista.

O método aplicado para a realização das entrevistas foi o seguinte: o aluno era chamado a uma sala reservada e dava o seu relato sobre o que ele achou a respeito da prática de meditação e se ele percebeu alguma mudança em si próprio após o início das intervenções. As entrevistas foram realizadas individualmente para que cada aluno se sentisse à vontade e desse seu relato sem ser influenciado pelos relatos dados pelos outros participantes. Todos os relatos foram gravados, com o devido consentimento do aluno entrevistado e de seus pais.

Os relatos dados pelos entrevistados foram bastante similares. Todos enfatizaram que a prática das técnicas de meditação foram uma adição interessante ao STI. Além disso, todos apontaram como benefício em comum um aumento na concentração e na atenção. Um dos entrevistados relatou que percebeu que os seus colegas de turma estavam conversando menos durante as intervenções e que este fato lhe ajudou a se concentrar mais, pois ele percebia que os colegas estavam menos agitados.

Por fim, o padrão das respostas fornecidas pelos participantes corrobora com a hipótese de que as técnicas de meditação utilizadas para exercitar a atenção plena dos estudantes dentro de um sistema tutor inteligente são efetivas em cumprir o propósito de melhorar a atenção dos estudantes.

6.2.4 Ganhos na aprendizagem

Para a validação de uma pesquisa ou experimento é necessário que os dados obtidos sejam analisados e discutidos. Antes de apresentar os resultados é importante obter informações sobre as características e o comportamento da amostra. Assim, uma análise descritiva de informações, como média e desvio padrão, são fundamentais para a compreensão dos resultados do experimento. Os dados obtidos com o pré e o pós-teste são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10: Dados do pré-teste e do pós-teste

Grupo	Pré-teste		Pós-teste		Diferença	
	Média		Média		Média	
Meditação sem adaptação (Controle)	Média	5,993	Média	5,907	Média	-0,086
	Desvio padrão	1,5745	Desvio padrão	1,4896	Desvio Padrão	1,1941
Áudio com a história da álgebra	Média	5,062	Média	4,992	Média	-0,069
	Desvio padrão	2,6094	Desvio padrão	2,7360	Desvio Padrão	2,0621
Meditação guiada e adaptada	Média	6,026	Média	5,963	Média	-0,063
	Desvio padrão	1,6041	Desvio padrão	1,3363	Desvio Padrão	1,4941

Fonte: Elaborado pelo autor

Após a análise dos dados, verificou-se que excepcionalmente não houve ganho na aprendizagem dos estudantes participantes da avaliação. Os motivos que levaram a estes resultados são: a) curta duração do experimento; b) proximidade do final do ano letivo levou a uma diminuição do engajamento dos participantes; c) alunos faltantes no pós-teste devido a participação nas últimas semanas de aula ser opcional, pois no dia primeiro de dezembro todas as avaliações finais já haviam sido realizadas. Assim sendo, não há evidências de ganho na aprendizagem.

6.3 Discussão sobre os resultados

O objetivo geral deste trabalho é verificar se a utilização de um agente capaz de fornecer exercícios de meditação guiados e personalizados, integrado a um sistema tutor inteligente produz efeitos positivos sobre a atenção dos estudantes e, por consequência, na sua aprendizagem. Para a avaliação das intervenções foram utilizados quatro instrumentos:

- a) **Questionário para avaliar o nível de atenção do estudante durante o uso do STI.** Este questionário era respondido pelo aluno em três momentos distintos durante o uso do STI (imediatamente após ao aluno efetuar login no PAT2Math; após o estudante concluir o exercício de meditação ou ao final da gravação com a história da álgebra, e ao fim da intervenção). Isso permitiu acompanhar a atenção do aluno durante o uso do sistema tutor. Ao analisar os dados coletados por meio de gráficos

foi possível notar que os estudantes do grupo experimental tiveram uma média maior na avaliação do nível de atenção, corroborando com a hipótese de que a prática de técnicas de meditação para o desenvolvimento do estado de *mindfulness* pode produzir efeitos positivos e melhora na atenção.

- b) **Questionário para avaliar as impressões do aluno em relação ao tutor.** Este questionário foi respondido ao final das intervenções (uma sessão anterior à realização dos pós-testes). Através dele, foi possível perceber que os alunos tiveram um maior engajamento na versão que utilizou as técnicas de meditação. Também foi possível notar que os estudantes que praticaram as técnicas adaptadas de meditação sentiram-se mais interessados pelos estudos e também acharam que o uso das meditações tornou o uso do STI mais fácil.
- c) **Entrevistas.** As entrevistas foram realizadas em um dia a parte, com cinco alunos do grupo experimental, selecionados pela professora titular de matemática, usando como critério a desinibição do aluno, sua capacidade de argumentar e a sua livre vontade em participar. Todos os alunos entrevistados relataram que se sentiram mais concentrados e mais atentos durante o uso do sistema tutor.
- d) **Pré e pós-teste.** Com este instrumento esperava-se encontrar evidências de que a prática de meditação melhora o desempenho do estudante no estudo do domínio das equações algébricas, porém, devido ao curto período de duração do experimento, aliada à proximidade do final do ano, não foi possível comprovar estatisticamente os efeitos positivos da meditação na aprendizagem de um domínio e, conseqüentemente, não foi possível verificar se existe uma correlação entre o ganho de atenção e o ganho no desempenho no domínio.

7 CONCLUSÃO

Manter a atenção e concentração é fundamental para a aprendizagem de novos domínios. Evitar distrações, saber controlar reações em momentos de adversidade e estar consciente das tarefas que precisam ser realizadas também são habilidades necessárias para um bom desempenho escolar.

A fim de proporcionar o bem-estar físico, mental e intelectual do indivíduo, a prática de técnicas de meditação com o objetivo de se atingir um estado de atenção plena (*mindfulness*) tem sido amplamente divulgada e estudada. Comprovadamente, as técnicas de meditação utilizadas para o desenvolvimento deste estado mental de atenção plena trazem benefícios para a saúde do indivíduo, seja no tratamento da dor crônica (KABAT-ZINN, 1982), seja no tratamento de problemas psicológicos, em especial depressão e ansiedade (MA; TEASDALE, 2004). Além das terapias capazes de auxiliar pessoas com problemas de saúde, estudos apontam também a alteração das estruturas e conexões cerebrais, o aumento da matéria cinzenta e a consequente melhoria nas tarefas cognitivas, de raciocínio e aprendizagem. (HÖLZEL et al., 2011; NAPOLI; KRECH; HOLLEY, 2005; TANG; HÖLZEL; POSNER, 2015).

O presente trabalho propôs um modelo de agente capaz de fornecer um mecanismo para a prática de meditação guiada e adaptada dentro de um sistema tutor inteligente. O agente visa, através de técnicas de meditação guiadas e adaptadas, melhorar a atenção e aprendizagem durante a resolução de equações algébricas. Além disso, ele objetiva igualmente despertar no aluno uma consciência de que sempre que ele se perceber distraído ele tem ao seu alcance vários elementos para tornar a direcionar sua atenção e consciência para o momento e para a tarefa atual.

A arquitetura do agente desenvolvido possibilita sua integração a um STI do tipo *step-based* desde que o mesmo tenha sido construído seguindo a arquitetura de uma aplicação web.

Os trabalhos relacionados, descritos na Seção 4 utilizam tecnologias computacionais para fornecer instruções e treinamento em meditação, porém apresentam uma das seguintes lacunas: a) não são guiados; b) não são adaptados às necessidades e à experiência do aluno; c) não monitoram atenção do aluno.

O agente proposto neste trabalho difere-se dos trabalhos relacionados por oferecer um mecanismo para a prática de meditação dentro de um sistema tutor inteligente, adaptando os exercícios de meditação ao estado de humor do aluno e ao seu tempo de prática em meditação, além de fornecer as instruções para a realização das técnicas de meditação de forma guiada. Um outro diferencial é que o agente apresenta mensagens motivacionais explicando ao aluno a importância da meditação.

Uma avaliação experimental realizada com 41 estudantes do 7º ano do ensino fundamental encontrou evidências de que o uso de técnicas de meditação guiadas e adaptadas podem melhorar a experiência de utilização dos sistemas tutores inteligentes. Além disso, em relação à melhora dos níveis de atenção a análise dos dados colhidos durante os 5 dias de

avaliação do agente mostram que a utilização de técnicas de meditação guiada e adaptada podem produzir melhora na capacidade de atenção dos estudantes.

Em relação ao desempenho dos alunos não foi possível comprovar estatisticamente que a prática de meditação melhora o desempenho dos estudantes no estudo do domínio . Desta forma, também não é possível comprovar a hipótese de que a melhora da capacidade de atenção esteja relacionada a um melhor desempenho no domínio. Acredita-se que os motivos que levaram a estes resultados são: a) curta duração do experimento; b) proximidade do final do ano letivo levou a uma diminuição do engajamento dos participantes; c) alunos faltantes no pós-teste devido à participação nas últimas semanas de aula ser opcional, pois no dia primeiro de dezembro todas as avaliações finais já haviam sido realizadas.

Como trabalhos futuros pretende-se estudar as possibilidades de melhora no sistema de identificação de humor e de outros fatores que podem fornecer dados mais precisos sobre o comportamento do aluno antes, durante e após a prática de meditação. O agente atual utiliza um questionário para identificar o humor do aluno. Porém, através do questionário não é possível verificar de forma precisa se houve alguma alteração no estado de humor do estudante durante o uso do STI. A adição de um sistema capaz de reconhecer e analisar padrões nas expressões faciais e na movimentação do estudante quando sentado na cadeira, além da adição de um agente pedagógico animado que seja capaz de dar suporte ao estudante sem ser excessivamente intrusivo, pode aumentar o engajamento e motivação dos estudantes para praticar técnicas de meditação dentro e fora de um sistema tutor inteligente.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, J. R.; CORBETT, A.; FINCHAM, J.; HOFFMAN, D.; PELLETIER, R. General principles for an intelligent tutoring architecture. In: REGIAN, J. Wesley; SHUTE, Valerie J. (Ed.). **Cognitive approaches to automated instruction**, Mahwah, NJ: Routledge, p.81-106, 1995.
- ARROYO, I., WOOLF, B. P., COOPER, D. G., BURLESON, W., & MULDER, K. (2011). The impact of animated pedagogical agents on girls' and boys' emotions, attitudes, behaviors and learning. **Proceedings of the 2011 11th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2011**, 506–510. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2011.157>
- BAER, Ruth A. Mindfulness Training as a Clinical Intervention: A Conceptual and Empirical Review. **Clinical Psychology: Science and Practice**, [s. l.], v. 10, n. 2, p. 125–143, 2003. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1093/clipsy/bpg015>>
- BAER, Ruth A. et al. Using Self-Report Assessment Methods to Explore Facets of Mindfulness. **Assessment**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 27–45, 2006. a. Disponível em: <<http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1073191105283504>>
- BAER, Ruth A. et al. Using Self-Report Assessment Methods to Explore Facets of Mindfulness. **Assessment**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 27–45, 2006. b. Disponível em: <<http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1073191105283504>>
- BAER, Ruth A.; SMITH, Gregory T.; ALLEN, Kristin B. Assessment of Mindfulness by Self-Report. **Assessment**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. 191–206, 2004. Disponível em: <<http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1073191104268029>>
- BEAUCHEMIN, James; HUTCHINS, Tiffany L.; PATTERSON, Fiona. Complementary Health Practice Review Skills , and Improve Academic. [s. l.], 2008.
- BERNHARD, Jeffrey D.; KRISTELLER, Jean; KABAT-ZINN, Jon. Effectiveness of relaxation and visualization techniques as an adjunct to phototherapy and photochemotherapy of psoriasis. **Journal of the American Academy of Dermatology**, [s. l.], v. 19, n. 3, p. 572–573, 1988.
- BIAN, Yulong; YANG, Chenglei. Effects of Pedagogical Agent's Personality and Emotional Feedback Strategy on Chinese Students' Learning Experiences and a Performance: A Study Based on Virtual Tai Chi Training Studio. **Chi '16**, [s. l.], 2016.
- BISHOP, Scott R. et al. Mindfulness: A proposed operational definition. **Clinical Psychology: Science and Practice**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. 230–241, 2004.

- BOSTIC, Jeff Q. et al. Being Present at School. Implementing Mindfulness in Schools. **Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America**, [s. l.], v. 24, n. 2, p. 245–259, 2015.
- BREWER, J. a. et al. Meditation experience is associated with differences in default mode network activity and connectivity. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, [s. l.], v. 108, n. 50, p. 20254–20259, 2011.
- BRINGUS, Rose. The Effects of Mindfulness on Students ' Attention The Effects of Mindfulness on Students ' Attention. [s. l.], 2016.
- BRODERICK, Patricia C.; FRANK, Jennifer L. Learning to BREATHE: an intervention to foster mindfulness in adolescence. **New directions for youth development**, [s. l.], v. 2014, n. 142, p. 31–44, 2014.
- BROWN, Kirk Warren; RYAN, Richard M. The Benefits of Being Present : Mindfulness and Its Role in Psychological Well-Being. [s. l.], v. 84, n. 4, p. 822–848, 2003.
- BROWN, Kirk Warren; RYAN, Richard M. Perils and Promise in Defining and Measuring Mindfulness : Observations From Experience. [s. l.], p. 242–248, 2004.
- BURKE, Christine A. Mindfulness-based approaches with children and adolescents: A preliminary review of current research in an emergent field. **Journal of Child and Family Studies**, [s. l.], v. 19, n. 2, p. 133–144, 2010.
- BUSCH, Volker et al. Changes in grey matter induced by training Newly honed juggling skills show up as a transient feature on a brain-imaging scan . [s. l.], p. 311–312, 2004.
- CARDACIOTTO, Leeann et al. The Assessment of Present-Moment Awareness and Acceptance. [s. l.], v. 15, n. 2, p. 204–223, 2008.
- CHADWICK, Paul et al. Copyright © The British Psychological Society Brief report Responding mindfully to unpleasant thoughts and images : Reliability and validity of the Southampton mindfulness questionnaire (SMQ) Copyright © The British Psychological Society. [s. l.], p. 451–455, 2008.
- CRAIG, A. D. Bud. How do you feel — now? The anterior insula and human awareness. [s. l.], v. 10, n. JANuARy, 2009.
- DANE, Erik; BRUMMEL, Bradley J. Human Relations. [s. l.], 2013.
- DAVIDSON, R. J. et al. Alterations in brain and immune function produced by mindfulness meditation. **Psychosomatic medicine**, [s. l.], v. 65, n. 4, p. 564–570,

2003. a. Disponível em:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=12883106>

DAVIDSON, Richard J. et al. Alterations in Brain and Immune Function Produced by Mindfulness Meditation. **Psychosomatic Medicine**, [s. l.], v. 65, n. 4, p. 564–570, 2003. b. Disponível em:
<<http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=0006842-200307000-00014>>

DAVIDSON, Richard J. CHANGES THAT OCCUR IN. [s. l.], n. September, 2007.

DAVIDSON, Richard J.; GOLEMAN, Daniel J.; SCHWARTZ, Gary E. SHORT REPORTS Attentional and Affective Concomitants of Meditation : A Cross-Sectional Study. [s. l.], v. 85, n. 2, p. 11–14, 1976.

DE CARVALHO, Joana Sampaio; PINTO, Alexandra Marques; MARÔCO, João. Results of a Mindfulness-Based Social-Emotional Learning Program on Portuguese Elementary Students and Teachers: a Quasi-Experimental Study. **Mindfulness**, [s. l.], n. 34, 2016. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s12671-016-0603-z>>

DRAGANSKI, Bogdan et al. Temporal and Spatial Dynamics of Brain Structure Changes during Extensive Learning. [s. l.], v. 26, n. 23, p. 6314–6317, 2006.

DRYDEN, Windy; STILL, Arthur. Historical aspects of mindfulness and self-acceptance in psychotherapy. **Journal of Rational - Emotive and Cognitive - Behavior Therapy**, [s. l.], v. 24, n. 1, p. 3–28, 2006.

FARB, Norman A. S. et al. Attending to the present : mindfulness meditation reveals distinct neural modes of self-reference. [s. l.], p. 313–322, 2007.

FELDMAN, Greg et al. Mindfulness and Emotion Regulation : The Development and Initial Validation of the Cognitive and Affective Mindfulness Scale-Revised (CAMS-R). [s. l.], p. 177–190, 2007.

FRANK, Jennifer L.; JENNINGS, Patricia a; GREENBERG, Mark T. Mindfulness-based interventions in school settings: An introduction to the special issue. **Research in Human Development**, [s. l.], v. 10, n. 3, p. 205–210, 2013.

GARLAND, Eric L.; GAYLORD, Susan A.; FREDRICKSON, Barbara L. Positive Reappraisal Mediates the Stress-Reductive Effects of Mindfulness : An Upward Spiral Process. [s. l.], p. 59–67, 2011.

GRECO, Laurie a; BAER, Ruth a; SMITH, Gregory T. Assessing mindfulness in

children and adolescents: Development and validation of the Child and Adolescent Mindfulness Measure (CAMM). **Psychological Assessment**, [s. l.], v. 23, n. 3, p. 606–614, 2011. Disponível em: <<http://doi.apa.org/getdoi.cfm?doi=10.1037/a0022819>>

GROMALA, Diane et al. The Virtual Meditative Walk: Virtual Reality Therapy for Chronic Pain Management. **Proceedings of the ACM CHI'15 Conference on Human Factors in Computing Systems**, [s. l.], v. 1, p. 521–524, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1145/2702123.2702344>>

GROSS, Sebastian; PINKWART, Niels. Towards an integrative learning environment for Java programming. **Proceedings - IEEE 15th International Conference on Advanced Learning Technologies: Advanced Technologies for Supporting Open Access to Formal and Informal Learning, ICAIT 2015**, [s. l.], p. 24–28, 2015.

GROUP, Melbourne Academic Mindfulness Interest. Mindfulness-based psychotherapies : a review of conceptual foundations , empirical evidence. [s. l.], n. April 2005, 2006.

HAIMERL, Charlotte J.; VALENTINE, Elizabeth R. THE EFFECT OF CONTEMPLATIVE PRACTICE ON INTRAPERSONAL , INTERPERSONAL , AND TRANSPERSONAL DIMENSIONS OF THE SELF-CONCEPT. [s. l.], v. 33, n. I, 2001.

HODIE;LZEL, Britta K. et al. Investigation of mindfulness meditation practitioners with voxel-based morphometry. **Social Cognitive and Affective Neuroscience**, [s. l.], v. 3, n. 1, p. 55–61, 2008.

HOLZEL, B. K. et al. How Does Mindfulness Meditation Work? Proposing Mechanisms of Action From a Conceptual and Neural Perspective. **Perspectives on Psychological Science**, [s. l.], v. 6, p. 537–559, 2011.

HÖLZEL, Britta K. et al. Mindfulness practice leads to increases in regional brain gray matter density. **Psychiatry Research - Neuroimaging**, [s. l.], v. 191, n. 1, p. 36–43, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.psychresns.2010.08.006>>

HUDLICKA, Eva. training and coachinVirtualg of health behavior: Example from mindfulness meditation training. **Patient Education and Counseling**, [s. l.], v. 92, n. 2, p. 160–166, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.pec.2013.05.007>>

HURK, Paul A. M. Van Den. The Quarterly Journal of Experimental Greater efficiency in attentional processing related to mindfulness meditation. [s. l.], n. November 2014, p. 37–41, 2010.

- I, Claudia S.Lopes et al. ERICA : prevalência de transtornos mentais comuns em adolescentes brasileiros. [s. l.], v. 50, n. supl 1, p. 1–9, 2016.
- JAQUES, Patrícia a; NUNES, Maria Augusta S. N. Ambientes Inteligentes de Aprendizagem que inferem, expressam e possuem emoções e personalidade. **Jornada de Atualização em Informática na Educação - JAIE 2012**, [s. l.], p. 30–81, 2012. Disponível em: <<http://200.17.141.213/~gutanunes/hp/publications/JAIE-PAPER.pdf>>
- JAQUES, Patrícia Augustin; LEHMANN, Matheus; PESTY, Sylvie. Evaluating the affective tactics of an emotional pedagogical agent. **Proceedings of the 2009 ACM symposium on Applied Computing - SAC '09**, [s. l.], n. February 2016, p. 104, 2009. Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=1529282.1529304>>
- JENNINGS, Patricia a et al. Improving classroom learning environments by Cultivating Awareness and Resilience in Education (CARE): results of a randomized controlled trial. **School psychology quarterly : the official journal of the Division of School Psychology, American Psychological Association**, [s. l.], 2013.
- JHA, A. P.; KROMPINGER, J.; BAIME, M. J. Mindfulness training modifies. **Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience**, [s. l.], v. 7, n. 2, p. 109–119, 2007.
- JOHNSTON, Michael V. Clinical disorders of brain plasticity q. [s. l.], v. 26, p. 73–80, 2004.
- KABAT-ZINN, J. an Outpatient Program in Behavioral Medicine for Chronic Pain Patients Based on the Practice of Mindfulness Meditation - Theoretical Considerations and Preliminary-Results. **General Hospital Psychiatry**, [s. l.], v. 4, p. 33–47, 1982. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0163834382900263>>
- KABAT-ZINN, Jon. Mindfulness-based interventions in context: Past, present, and future. **Clinical Psychology: Science and Practice**, [s. l.], v. 10, n. 2, p. 144–156, 2003.
- KABAT-ZINN; LIPWORTH; BURNEY. The Clinical Use of Mindfulness Meditation for the Self-Regulation of Chronic Pain. [s. l.], v. 8, n. 2, 1985.
- KABATT-ZINN, Et al. Influence of a Mindfulness Meditation-Based Stress Reduction Intervention on Rates of Skin Clearing in Patients With Moderate to Severe Psoriasis Undergoing Phototherapy (UVB) and Photochemotherapy (PUVA). [s. l.], v. 632, p. 625–632, 1998.

- KENG, Shian Ling; SMOSKI, Moria J.; ROBINS, Clive J. Effects of mindfulness on psychological health: A review of empirical studies. **Clinical Psychology Review**, [s. l.], v. 31, n. 6, p. 1041–1056, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cpr.2011.04.006>>
- KERR, Catherine E.; JOSYULA, Krishnapriya; LITTENBERG, Ronnie. Developing an Observing Attitude : An Analysis of Meditation Diaries in an MBSR Clinical Trial. [s. l.], v. 93, n. May 2010, p. 80–93, 2011.
- LAU, Mark A. et al. The Toronto Mindfulness Scale : Development and Validation. [s. l.], v. 62, n. 12, p. 1445–1467, 2006.
- LAWLOR, Molly S.tewart; LAWLOR, Molly S.teward. Mindfulness in practice: considerations for implementation of mindfulness-based programming for adolescents in school contexts. **New directions for youth development**, [s. l.], v. 2014, n. 142, p. 83–95, 2014.
- LUTZ, A. et al. Neural correlates of attentional expertise in long-term meditation practitioners. [s. l.], v. 104, n. 27, p. 11483–11488, 2007.
- LUTZ, Antoine et al. gamma synchrony during mental practice. [s. l.], v. 101, n. 46, p. 16369–16373, 2004.
- MA, S.Helen; TEASDALE, John D. Mindfulness-Based Cognitive Therapy for Depression: Replication and Exploration of Differential Relapse Prevention Effects. **Journal of Consulting and Clinical Psychology**, [s. l.], v. 72, n. 1, p. 31–40, 2004. Disponível em: <<http://doi.apa.org/getdoi.cfm?doi=10.1037/0022-006X.72.1.31>>
- MACLEAN, Katherine A. et al. Intensive Meditation Training Improves Perceptual Discrimination and Sustained Attention. [s. l.], v. 21, n. 6, p. 829–839, 2011.
- MEHLING, Wolf E. et al. Body Awareness : Construct and Self-Report Measures. [s. l.], v. 4, n. 5, 2009.
- MELLO, Sidney D. Attending to Attention : Detecting and Combating Mind Wandering during Computerized Reading. **CHI Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems**, [s. l.], p. 1661–1669, 2016.
- MERRELL, Kenneth W. et al. Social and Emotional Learning in the Classroom: Evaluation of Strong Kids and Strong Teens on Students' Social-Emotional Knowledge and Symptoms. **Journal of Applied School Psychology**, [s. l.], v. 24, n. 2, p. 209–224, 2008. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15377900802089981>>

- METZ, Stacie M. et al. The effectiveness of the learning to BREATHE program on adolescent emotion regulation. **Research in Human Development**, [s. l.], v. 10, n. 3, p. 252–272, 2013. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15427609.2013.818488>>
- MILAD, Mohammed R. et al. Thickness of ventromedial prefrontal cortex in humans is correlated with extinction memory. [s. l.], n. 2004, 2005.
- NAPOLI, Maria; KRECH, Paul Rock; HOLLEY, Lynn C. Mindfulness Training for Elementary School Students Mindfulness Training for Elementary School Students : The Attention Academy. **Applied School Psychology**, [s. l.], v. 7903, n. February 2015, p. 99–125, 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1300/J370v21n01_05>
- NEWBERG, Andrew et al. The measurement of regional cerebral blood flow during the complex cognitive task of meditation : a preliminary SPECT study. [s. l.], 2001.
- OCHSNER, Kevin N.; GROSS, James J. The cognitive control of emotion. [s. l.], v. 9, n. 5, 2005.
- OMAN, Doug et al. Supports Forgiveness Among College Students : **Journal of American College Health**, [s. l.], v. 56, n. 5, p. 569–578, 2008.
- OREY, M. A.; NELSON, W. A. Development Principles for Intelligent Tutoring Systems - Integrating Cognitive Theory Into the Development of Computer-Based Instruction. **Educational Technology Research and Development**, [s. l.], v. 41, n. 1, p. 59–72, 1993.
- OSTAFIN, Brian D. et al. Intensive Mindfulness Training and the Reduction of Psychological Distress: A Preliminary Study. [s. l.], v. 13, p. 191–197, 2006.
- PAPOUTSAKI, Alexandra et al. WebGazer : Scalable Webcam Eye Tracking Using User Interactions. **Ijcai**, [s. l.], p. 3839–3845, 2016.
- PARKER, Alison E. et al. The impact of mindfulness education on elementary school students: Evaluation of the Master Mind program. **Advances in School Mental Health Promotion**, [s. l.], v. 7, n. March 2016, p. 184–204, 2014. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/1754730X.2014.916497>>
- SCHAAB, Bruno Luis et al. Aplicação do Mindfulness em um Sistema Tutor Inteligente : um Estudo Piloto. [s. l.], 2015.
- SEFFRIN, Henrique M.; JAQUES, Patricia. Avaliando o Conhecimento Algorítmico dos Estudantes através de Redes Bayesianas Dinâmicas. **SBIE - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, [s. l.], n. Sbie, p. 987–996, 2015.

- SEFFRIN, Henrique; RUBI, Geiseane. Henrique Seffrin , Geiseane Rubi , Patrícia Jaques. [s. l.], p. 10–19, 2011.
- SEFFRIN, Hm; RUBI, Geiseane. Um resolvidor de equações algébricas como ferramenta de apoio à sala de aula no ensino de equações algébricas. **Anais do Workshop ...**, [s. l.], p. 1791–1800, 2009. Disponível em: <<http://ceie-sbc.educacao.ws/pub/index.php/wie/article/view/2164>>
- SERVICE, Student Counselling; SERVICE, Student Counselling. Using mindfulness techniques to improve focus and concentration for university students- a group based approach. [s. l.], n. Stallman 2008, p. 1–10, 2010.
- SHAPIRO, Shauna L. et al. Cultivating Mindfulness : Effects on Well-Being. [s. l.], v. 64, n. 7, p. 840–862, 2008.
- SINGER, Tania; DOLAN, Raymond J.; FRITH, Chris D. Empathy for Pain Involves the Affective but not Sensory Components of Pain. [s. l.], v. 1157, n. 2004, 2004.
- SLAGTER, Heleen A. et al. of Limited Brain Resources. [s. l.], v. 5, n. 6, 2007.
- SMITH, Bradley H.; MENDELSON, Tamar. Special issue on yoga and mindfulness interventions in schools. **Advances in School Mental Health Promotion**, [s. l.], v. 7, n. 3, p. pp, 2014. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/1754730X.2014.920131>>
- TANG, Yi-yuan et al. Short-term meditation training improves attention and self-regulation. [s. l.], 2007.
- TANG, Yi-Yuan; HÖLZEL, Britta K.; POSNER, Michael I. The neuroscience of mindfulness meditation. **Nature Reviews Neuroscience**, [s. l.], v. 16, n. 4, p. 1–13, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1038/nrn3916%5Cnpapers3://publication/doi/10.1038/nrn3916>>
- TEASDALE, John D. et al. Prevention of relapse/recurrence in major depression by mindfulness-based cognitive therapy. **Journal of Consulting and Clinical Psychology**, [s. l.], v. 68, n. 4, p. 615–623, 2000. Disponível em: <<http://doi.apa.org/getdoi.cfm?doi=10.1037/0022-006X.68.4.615>>
- THOMPSON, Miles et al. Clinical Child Psychology and Psychiatry Mindfulness with Children and Adolescents : Effective Clinical Application. [s. l.], 2008.
- VAGO, David R.; SILBERSWEIG, David A. Self-awareness, self-regulation, and self-transcendence (S-ART): a framework for understanding the neurobiological mechanisms of mindfulness. **Frontiers in human neuroscience**, [s. l.], v. 6, n.

- OCTOBER 2012, p. 296, 2012. Disponível em: <<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84933673036&partnerID=tZOtx3y1>>
- VAN DEN HURK, Paul A. M. et al. On the Relationship Between the Practice of Mindfulness Meditation and Personality-an Exploratory Analysis of the Mediating Role of Mindfulness Skills. **Mindfulness**, [s. l.], v. 2, n. 3, p. 194–200, 2011.
- VAN DER OORD, Saskia; BÖGELS, Susan M.; PEIJNENBURG, Dorreke. The Effectiveness of Mindfulness Training for Children with ADHD and Mindful Parenting for their Parents. **Journal of Child and Family Studies**, [s. l.], v. 21, n. 1, p. 139–147, 2012. Disponível em: <<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3267931&tool=pmc-entrez&rendertype=abstract>>. Acesso em: 2 nov. 2014.
- VANLEHN, Kurt. The Behavior of Tutoring Systems. **Int. J. Artif. Intell. Ed.**, [s. l.], v. 16, n. 3, p. 227–265, 2006. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1435351.1435353>>
- VANLEHN, Kurt. The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems. **Educational Psychologist**, [s. l.], v. 46, n. 4, p. 197–221, 2011.
- WALACH, Harald; BUCHHELD, Nina; BUTTENMU, Valentin. Measuring mindfulness — the Freiburg Mindfulness Inventory (FMI). [s. l.], v. 40, p. 1543–1555, 2006.
- WALDEMAR, J.Ovídio C. et al. Impact of a Combined Mindfulness and Social – Emotional Learning Program on Fifth Graders in a Brazilian Public School Setting. [s. l.], v. 9, n. 1, p. 79–90, 2016.
- WELLS, Rebecca Erwin et al. Meditation’s impact on default mode network and hippocampus in mild cognitive impairment: Pilot study. **Neuroscience Letters**, [s. l.], v. 556, p. 15–19, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.neulet.2013.10.001>>
- WILLIAMS, J.Mark G. et al. Mindfulness-Based Cognitive Therapy for Preventing Relapse in Recurrent Depression : A Randomized Dismantling Trial. [s. l.], v. 82, n. 2, p. 275–286, 2014.
- WOLKIN, Jennifer R. Cultivating multiple aspects of attention through mindfulness meditation accounts for psychological well-being through decreased rumination. **Psychology Research and Behavior Management**, [s. l.], v. 8, p. 171–180, 2015.
- WOOLF, Beverly Park. **Building Intelligent Interactive Tutors: Student-centered**

strategies for revolutionizing e-learning. [s.l: s.n.]. v. 11

ZEIDAN, Fadel et al. Mindfulness meditation improves cognition: evidence of brief mental training. **Consciousness and cognition**, [s. l.], 2010.

ZENNER, Charlotte; HERRNLEBEN-KURZ, Solveig; WALACH, Harald. Mindfulness-based interventions in schools-A systematic review and meta-analysis. **Frontiers in Psychology**, [s. l.], v. 5, n. JUN, p. 1–20, 2014.

ZOOGMAN, Sarah et al. Mindfulness Interventions with Youth: A Meta-Analysis. **Mindfulness**, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 290–302, 2015.

ZYLOWSKA, Lidia et al. Mindfulness meditation training in adults and adolescents with ADHD: a feasibility study. **Journal of attention disorders**, [s. l.], 2008.

APÊNDICE A – PÓS TESTE

Nome: _____

Turma: _____

Data: _____

Resolva as equações abaixo com calma e atenção. O teste é individual e sem consulta. O objetivo deste teste é verificar o quanto você sabe sobre equações de primeiro grau.

a) $-8x = 128$

b) $x+105 = 227$

c) $\frac{15x}{3} = 90$

d) $-20x + 50 = -370$

e) $38x - 18 = -94$

f) $4x - 79 = -99$

g) $6x - 24 = 36 - 12x$

h) $14x - 70 = 7x - 21$

i) $-3x + 60 - x = -16x + 28$

j) $10x - 4(2x + 12) = 6(2x + 10)$

k) $\frac{12x}{8} = \frac{72}{3}$

l) $-\frac{9x-36}{4} + \frac{12-3x}{3} = 2x - \frac{21x-9}{3}$

$$m) \quad \frac{6x}{2} + \frac{27x}{3} = \frac{60}{12}$$

$$n) \quad \frac{9x-12}{4} - \frac{4x-20}{3} = 3x - \frac{-18x+6}{9}$$

$$o) \quad \frac{8(4x+5)}{2} - \frac{14x}{6} = \frac{3(2x+4)}{5}$$

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO PAT2MATH

Questionário sobre a utilização do PAT2Math

Queremos saber a sua opinião sobre o uso de áudios dentro do sistema tutor inteligente PAT2Math. Ao responder o questionário abaixo considere a versão do PAT2Math utilizada a partir do dia 20/10/2017.

***Obrigatório**

1. Nome do Participante: *

2. Sexo *

Marcar apenas um oval.

M

F

3. Usuário utilizado no PAT2Math *

4. Turma *

5. Sua idade *

6. Você gostou de utilizar a versão do PAT2Math com áudio? * Marcar apenas uma oval.

Gostei muito

Gostei

Indiferente

Não gostei

Não gostei nenhum pouco

7. Você acredita que os áudios são: * Marcar apenas uma oval.

- Muito úteis dentro do PAT2Math
- Úteis dentro do PAT2Math
- Indiferente
- Não são úteis dentro do PAT2Math
- Não tenho opinião formada

8. O uso dos áudios facilitaram o uso do PAT2Math: * Marcar apenas uma oval.

- Concordo plenamente
- Concordo parcialmente
- Indiferente
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

9. Os áudios deixaram a atividade dentro do PAT2Math mais interessantes: * Marcar apenas uma oval.

- Concordo plenamente
- Concordo parcialmente
- Indiferente
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

10. Os áudios aumentaram o meu interesse nos estudos: * Marcar apenas uma oval.

- Concordo plenamente
- Concordo parcialmente
- Indiferente
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

11. Os áudios deixaram os exercícios no PAT2Math mais divertidos: * Marcar apenas uma oval.

- Concordo plenamente
- Concordo parcialmente
- Indiferente
- Discordo parcialmente Discordo
- totalmente

Sobre os áudios.

12. A qualidade de gravação dos áudios era boa: * Marcar apenas uma oval.

- Concordo plenamente
- Concordo parcialmente
- Indiferente
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

13. Os áudios eram interessantes * Marcar apenas uma oval.

- Concordo plenamente
- Concordo parcialmente
- Indiferente
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

14. Consegui ouvir os áudios claramente, bem como acompanhar as instruções: * Marcar apenas uma oval.

- Concordo plenamente
- Concordo parcialmente
- Indiferente
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

15. Ouvir os áudios antes de realizar os exercícios no PAT2Math lhe trouxe benefícios? Se sim, quais foram? *

Powered by



328	24/11/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	10	10	5	9	9	0	0	0	0	0	0	972
341	24/11/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	10	10	10	998
75	20/10/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	9	10	1	9	8	0	0	0	0	0	0	998
151	27/10/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	0	10	1	8	0	0	8	0	0	998
219	10/11/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	9	10	10	998	
280	17/11/2017	1	1	1	10	10	9	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	998	
230	10/11/2017	2	1	1	9	8	10	1	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	999	
82	20/10/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1	10	1	9	1	0	0	0	0	0	999	
146	27/10/2017	2	10	3	3	9	4	1	0	0	9	10	1	1	2	10	0	0	0	0	0	999	
281	17/11/2017	1	1	1	10	10	10	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	999	
142	27/10/2017	7	7	10	5	5	6	1	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1000	
223	10/11/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	7	8	1	7	1000	
284	17/11/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	7	7	6	6	6	0	0	0	0	0	1000	
343	24/11/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	6	7	6	6	7	0	0	0	0	0	1000	
72	20/10/2017	8	7	8	9	6	6	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1000	
191	10/11/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	9	1	1	1	0	0	0	0	0	955	
244	17/11/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	4	1	1	1	0	0	0	0	0	955	
123	27/10/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	10	9	0	1	2	0	0	0	0	0	955	
22	20/10/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	10	10	9	10	9	955	
312	24/11/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	5	1	3	5	8	955	
339	24/11/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	6	3	0	2	5	0	0	0	0	1005	
213	10/11/2017	4	4	4	3	3	3	5	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1005	
232	10/11/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	7	5	4	4	0	0	0	0	0	1005	

183	10/11/2017	7	2	5	4	7	8	8	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1022
247	17/11/2017	8	2	4	6	8	8	9	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1022
111	27/10/2017	0	0	0	0	0	0	9	0	0	5	10	9	9	10	5	0	0	10	0	0	10	1022
303	24/11/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	8	8	3	3	6	0	0	0	0	0	0	1022
297	17/11/2017	8	8	9	4	4	4	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1013
53	20/10/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	8	4	4	4	0	0	0	0	0	0	1013
338	24/11/2017	10	10	10	1	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1013
222	10/11/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	9	5	5	4	1013
152	27/10/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1	1	5	9	10	0	0	0	0	0	0	1013

25	20/10/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	8	9	5	4	3	0	0	0	0	0	0	953
315	24/11/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	5	1	9	9	9	953
118	27/10/2017	3	9	9	7	7	8	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	953
238	17/11/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	7	4	4	4	0	0	0	0	0	0	952
16	20/10/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	3	8	8	8	952
102	27/10/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	6	8	8	5	0	0	0	0	0	0	952
178	10/11/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	8	8	8	952
305	24/11/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	4	8	6	7	952
356	24/11/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7	4	2	1	1	0	0	0	0	0	0	1001
291	17/11/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	7	2	2	2	2	1001
158	27/10/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	2	2	0	0	0	0	0	0	1001
217	10/11/2017	8	3	7	3	4	2	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1001
74	20/10/2017	8	8	8	2	2	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1001
19	20/10/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	9	10	9	9	10	956
176	10/11/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	9	10	2	1	1	0	0	0	0	0	0	956
306	24/11/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1	8	10	10	956
104	27/10/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	10	9	4	1	1	0	0	0	0	0	0	956
236	17/11/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	2	2	7	8	10	956
220	10/11/2017	5	3	1	8	9	10	7	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1006
59	20/10/2017	3	1	4	7	10	9	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1006
285	17/11/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	9	10	3	2	1	0	0	0	0	0	0	1006
344	24/11/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	1	5	8	9	1006
33	20/10/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	7	7	7	5	6	0	0	0	0	0	0	981

200	10/11/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	10	10	8	2	1	0	0	0	0	0	0	981
323	24/11/2017	6	5	2	4	9	10	10	7	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	981
268	17/11/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10	10	9	1	1	0	0	0	0	0	0	0	981
201	10/11/2017	3	2	2	8	8	9	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	983
329	24/11/2017	3	2	1	7	8	9	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	983
40	20/10/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	7	0	9	983	
133	27/10/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	9	9	9	983	
263	17/11/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	8	9	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	983
137	27/10/2017	1	1	1	8	10	10	1	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	984
203	10/11/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	6	10	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	984
38	20/10/2017	4	6	5	8	9	10	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	984
318	24/11/2017	2	2	1	9	9	10	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	984
271	17/11/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	9	9	4	3	3	0	0	0	0	0	0	0	984
265	17/11/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	6	0	4	5	0	985	
319	24/11/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	5	0	3	5	0	985	
124	27/10/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	7	7	6	4	0	0	0	0	0	0	0	985
202	10/11/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	7	8	3	3	4	0	0	0	0	0	0	0	985
37	20/10/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	8	9	6	5	6	0	0	0	0	0	0	0	985
77	20/10/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	10	10	10	1011	
227	10/11/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	9	10	5	8	9	0	0	0	0	0	0	0	1011
278	17/11/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	2	1	9	9	1	1011	
342	24/11/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	1	9	9	10	1011	
46	20/10/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	5	3	6	6	7	0	0	0	0	0	0	0	986

321	24/11/2017	Respiração atenta 1	happy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	5	6	8	7	10	3	971
141	27/10/2017	Respiração alternada 1	angry	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	9	7	5	4	5	0	0	0	0	0	0	0	3	971
44	20/10/2017	Escaneamento corporal 1	happy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	10	9	2	2	0	0	0	0	0	0	0	3	971
55	20/10/2017	Escaneamento corporal 1	happy	3	1	4	5	9	6	8	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	995
212	10/11/2017	Amor universal 1	happy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	2	5	3	8	5	3	995
143	27/10/2017	Amor universal 1	happy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	3	5	8	8	3	995
283	17/11/2017	Movimento atento 1	happy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	4	5	8	6	3	995
349	24/11/2017	Respiração atenta 1	happy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	8	5	5	2	5	0	0	0	0	0	0	0	3	995
275	17/11/2017	Amor universal 1	happy	10	1	1	2	10	10	5	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	997
60	20/10/2017	Movimento atento 1	happy	3	1	2	7	9	10	6	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	997
215	10/11/2017	Respiração atenta 1	distracted	8	2	1	2	9	10	9	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	997
347	24/11/2017	Escaneamento corporal 1	happy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1	2	3	10	8	3	997

150	27/10/2017	Movimento atento 1	happy	9	3	5	2	9	8	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	997
132	27/10/2017	Respiração atenta 1	happy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	9	9	5	9	1	0	0	0	0	0	0	0	3	973
50	20/10/2017	Amor universal 1	happy	2	1	1	8	9	10	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	973
259	17/11/2017	Escaneamento corporal 1	happy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8	8	9	3	3	0	0	0	0	0	0	0	3	973
197	10/11/2017	Amor universal 1	happy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	2	1	3	9	9	3	973	
332	24/11/2017	Escaneamento corporal 1	happy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	2	8	8	9	3	973	
139	27/10/2017	Respiração atenta 1	distracted	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	7	1	5	8	10	3	974	
274	17/11/2017	Meditação dos sentidos 1	distracted	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	9	10	5	9	10	0	0	0	0	0	0	0	3	974
42	20/10/2017	Movimento atento 1	happy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	7	7	9	5	5	0	0	0	0	0	0	0	3	974
325	24/11/2017	Meditação dos sentidos 1	distracted	5	1	9	5	10	9	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	974
204	10/11/2017	Respiração alternada 1	distracted	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	8	9	7	5	1	0	0	0	0	0	0	0	3	974
174	10/11/2017	Escaneamento corporal 1	happy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	3	4	7	9	3	954	

105	27/10/2017	Amor universal 1	happy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	4	1	8	10	9	3	954
240	17/11/2017	Escaneamento corporal 1	happy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	3	7	8	8	3	954
316	24/11/2017	Respiração atenta 1	happy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	8	8	5	5	4	0	0	0	0	0	0	0	3	954
15	20/10/2017	Movimento atento 1	happy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	9	9	9	4	6	0	0	0	0	0	0	0	3	954
78	20/10/2017	Escaneamento corporal 1	happy	1	3	1	10	5	10	2	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1002
159	27/10/2017	Previsão do tempo interior 1	angry	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	8	3	0	7	3	1002	
225	10/11/2017	Amor universal 1	happy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	1	4	2	6	3	1002	
279	17/11/2017	Amor universal 1	happy	6	5	2	8	8	7	3	2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1002
352	24/11/2017	Respiração atenta 1	happy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	4	7	4	6	5	0	0	0	0	0	0	0	3	1002
41	20/10/2017	Escaneamento corporal 1	happy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	2	9	0	9	3	975	
267	17/11/2017	Movimento atento 1	bored	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	9	9	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	3	975
198	10/11/2017	Meditação dos sentidos 1	distracted	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	2	2	7	9	9	3	975	

34	20/10/2017	Movimento atento 1	happy	4	2	8	8	9	5	1	9	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	987
258	17/11/2017	Movimento atento 1	happy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6	9	6	3	5	0	0	0	0	0	0	0	3	987
125	27/10/2017	Respiração atenta 1	happy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	8	6	8	8	3	987	

993	M	73	13	3	5	5	5	2	5	5	5	5	5
997	M	73	13	3	5	5	5	2	5	4	4	4	5
1002	F	73	13	3	1	1	3	1	3	1	3	2	3
1004	F	73	13	3	5	5	5	2	5	4	5	4	5
1008	M	73	13	3	4	4	5	2	5	5	5	5	5
1009	M	73	13	3	4	4	4	2	4	4	4	4	4