



Universidade Federal do Rio de Janeiro

Walkir Alexandre Toscano de Brito

**MODELO DE RECOMENDAÇÃO DE
OBJETOS DE APRENDIZAGEM
BASEADO EM SELEÇÃO DE CONTEÚDO
NO ENSINO DA MATEMÁTICA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Rio de Janeiro
2014



Instituto de Matemática



Instituto Tércio Pacitti de Aplicações
e Pesquisas Computacionais

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE MATEMÁTICA
INSTITUTO TÉRCIO PACITTI DE APLICAÇÕES E PESQUISAS COMPUTACIONAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

WALKIR ALEXANDRE TOSCANO DE BRITO

**MODELO DE RECOMENDAÇÃO DE OBJETOS DE
APRENDIZAGEM BASEADO EM SELEÇÃO DE CONTEÚDO NO
ENSINO DA MATEMÁTICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática, Instituto de Matemática e Instituto Tércio Pacitti, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Informática.

Orientadora: Claudia Lage Rebello da Motta, D.Sc.

Rio de Janeiro

2014

B862 Brito, Walkir Alexandre Toscano de.

Modelo de recomendação de objetos de aprendizagem baseado em seleção de conteúdo no ensino da matemática. / Walkir Alexandre Toscano de. -- 2013.

000 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Matemática, Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e Pesquisas Computacionais, Programa de Pós-Graduação em Informática, Rio de Janeiro, 2013.

Orientadora: Claudia Lage Rebello da Motta

1. Jogos Educacionais. 2. Análise Diagnóstica. 3. Escala de Habilidade e Competência 4. Teoria de Resposta - Teses. I. Motta, Claudia Lage Rebello da (Orient.). II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Matemática, Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e Pesquisas Computacionais, Programa de Pós-Graduação em Informática, III. Título.

CDD

WALKIR ALEXANDRE TOSCANO DE BRITO

MODELO DE RECOMENDAÇÃO DE OBJETOS DE
APRENDIZAGEM BASEADO EM SELEÇÃO DE CONTEÚDO NO
ENSINO DA MATEMÁTICA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Informática, Instituto de Matemática e Instituto Tércio Pacitti, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Informática.

Aprovada em :

Prof^a. Claudia Lage Rebello da Motta, D.SC., NCE e PPGI/UFRJ (Orientadora)

Prof. Marcos da Fonseca Elia, PHD., NCE e PPGI/UFRJ

Prof^a. Flávia Maria Santoro, D.SC., UNIRIO

À minha Mãe meu bem Maior!

Agradecimentos

A todos aqueles que um dia contribuíram de alguma maneira para a realização deste trabalho.

Aos professores do Programa de Pós Graduação em Informática (PPGI) - UFRJ, em especial aos Professores: Carlo Emanuel e Carla Verônica pelas inesquecíveis aulas de Neuropedagogia. Ao pessoal da Secretaria pelo apoio de sempre, Anibal como lhe disse um dia: “entre o início e o final, existe um caminho...”.

A todos os meus colegas e companheiros de turma que mesmo existindo diferenças em nossa forma de pensar e agir, fomos sempre solidários ao nosso propósito maior, melhorar a educação brasileira e ser pessoas dignas e melhores.

A Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro - FIRJAN, por ter me concedido o tempo necessário a realização deste trabalho, liberando-me para assistir as aulas e permitindo a utilização da Plataforma SESI Matemática que faz parte de um programa maravilhoso e revolucionário no ensino da Matemática.

A todos os meus amigos pessoais que adoraram meu sumiço nesse período de hibernação e isolamento. E o mais importante Amigo, que sempre esteve comigo em todos os momentos dessa trajetória, Deus. Obrigado por ter me dado força, paciência e calma necessária nesse novo momento de Doce Vida.

A minha orientadora, um recado: Não terminamos aqui!. Precisamos continuar no caminho para a melhoria na Educação!

A todos, desculpe-me o mau jeito ou os questionamentos não compreendidos realizados durante o caminho, preciso me lançar ao desconhecido e continuar crítico em relação as minhas escolhas, isso faz parte do meu pensamento científico e do crescimento e desenvolvimento individual desse: “Ser Humano”.

Resumo

BRITO, Walkir Alexandre Toscano de. **Modelo de recomendação de objetos de aprendizagem baseado em seleção de conteúdo no ensino da matemática**. Rio de Janeiro, 2013. Dissertação (Mestrado em Informática) – Programa de Pós-Graduação em Informática, Instituto de Matemática, Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e Pesquisas Computacionais, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

O contexto do ensino de Matemática na educação regular brasileira apresenta indicadores consideravelmente negativos no que concerne ao nível de aprendizagem alcançado pelos alunos egressos do ensino fundamental e médio. Algumas consequências desse quadro são a ausência de competência matemática e capacidade de desenvolvimento do raciocínio lógico requeridas por qualquer profissão que necessite destas habilidades direta ou indiretamente para seu exercício. Com as transformações ocorridas no campo da educação nos últimos anos vemos a configuração de novos horizontes para o desenvolvimento da relação ensino - aprendizagem. Novas abordagens pedagógicas que priorizam o aspecto humano e cognitivo com o advento de tecnologias para auxílio do processo de ensino-aprendizagem vêm abrir novas possibilidades a professores e alunos de melhoria de suas relações bem como o alcance dos objetivos propostos a ambos. Encontrar ferramentas que reconheçam perfil e necessidades de um aluno apresenta-se como uma grande oportunidade de desenvolvimento de estratégias que visem à facilitação e auxílio do ensino-aprendizagem. E é nesse contexto que o Modelo de Recomendação surge como a outra ponta deste processo, pois a partir da identificação desses dados, gerados automaticamente por meio de análise diagnóstica, professores e instrutores podem recomendar aos alunos ferramentas que melhorem o aprendizado e acompanhar a utilização e resultado destas auxiliados pela Teoria de Resposta ao Item (TRI). Os denominados jogos (games como jogos educacionais) podem ser associados à estratégia referida acima como os itens a serem recomendados pelo processo de recomendação. Esta proposta de trabalho, portanto, trabalha com estes três eixos principais: o ensino da Matemática, cuja amostra será a de alunos ingressantes no 1º ano do Ensino Médio; a utilização de um modelo de recomendação; e a análise diagnóstica de habilidades e competências. O campo de atuação desta pesquisa se dá na Plataforma do SESI Matemática, composto por repositório de jogos educacionais que são relacionados com o desenvolvimento de um módulo de processo de recomendação baseado na análise diagnóstica, que por sua vez fará a interface entre a Plataforma e as ferramentas de aprendizagem.

Palavras-chave: Jogos Educacionais, Análise Diagnóstica, Recomendação, escala de Habilidade e Competência e Teoria de Resposta ao Item.

Abstract

BRITO, Walkir Alexandre Toscano de. **Modelo de recomendação de objetos de aprendizagem baseado em seleção de conteúdo no ensino da matemática**. Rio de Janeiro, 2013. Dissertação (Mestrado em Informática) – Programa de Pós-Graduação em Informática, Instituto de Matemática, Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e Pesquisas Computacionais, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

The context of teaching Mathematics in the Brazilian education presents considerably negative indicators regarding the level of knowledge achieved by students graduating from elementary and secondary education (middle and high school). Some consequences of this situation are the lack of mathematical competence and development capacity of logical reasoning required for any profession that needs these directly or indirectly to exercise their skills. With the changes in the field of education in recent years, we are setting new horizons for the development of learning-teaching relationship. New pedagogical approaches that emphasize the human and cognitive aspect and the advent of electronic and digital technologies to aid in the learning process have opened new possibilities for teachers and students to improve their relationship and the scope of the goals proposed to both. Finding tools that recognize profile and needs of a student presents a great opportunity to develop strategies aimed at facilitation and aid for learning-teaching. In this context, the Recommendation Model emerges as the other edge of this process, because of the identification of such data, automatically generated by diagnostic and evaluative criteria, teachers and instructors may recommend students review tools that enhance learning and track and the use of these results. The learning objects can be associated with the strategy referred above as the items to be recommended by the system. The proposed work therefore uses these three main areas: mathematics teaching, which is the sample of students entering the 1st year of high school, and the use of a recommendation system and diagnostic assessment of skills and competencies. The field of action of this research is given by SESI Mathematics Project platform, composed repository of educational games that are related to the development of a recommendation system, which will interface the learning tools with the platform.

Keywords: Learning Objects, Recommendation System, Games, Scale of Ability and Skill.

Lista de Figuras

Figura 1 Régua equalizada Probabilidade Maior de Acerto.....	79
Figura 2 Régua Equalizada Probabilidade Menor de Acerto.....	79
Figura 3: Modelo Proposto.....	85
Figura 4: Cadastro das Recomendações	103
Figura 5: Dados dos alunos	104
Figura 6: Curvas de Correlação para comparação dos Resultados com outros usuários	110
Figura 7: Resultados dos participantes no jogo	111
Figura 8 Régua Questões Pré	113
Figura 9 Régua Participantes Pré	114
Figura 10 Régua Questões Recomendadas G1 e G5	115
Figura 11 Régua Resultado das Questões Pós G1 e G5.....	116
Figura 12 Régua Resultado Participante Pós.....	118
Figura 13 Experiência com a Plataforma de Jogos.....	119
Figura 14 Questionário após utilização dos jogos recomendados.....	140
Figura 15 Saída dos parâmetros dos Modelos do R.....	181
Figura 16 Valor do Critério de Informação dos Modelos (AIC)	182

Lista de Tabelas

Tabela 1: Diferenças entre a Teoria Clássica e a teoria de Resposta ao Item.....	81
Tabela 2: Análise diagnóstica por Grupos, Habilidades e Competências.	87
Tabela 3: Parâmetros das Questões da Prova (N=53).....	100
Tabela 4: Resultado da aplicação da análise diagnóstica.....	102
Tabela 5: Resultados encontrados na Escola 1	106
Tabela 6: Resultados Encontrados na Escola 2	107
Tabela 7: Resultados por Gênero (Masculino e Feminino)	108
Tabela 8: Jogos recomendados e Resultados Alcançados	109
Tabela 9: Grau de facilidade do item	184
Tabela 10: Correlação bisserial	185
Tabela 11: Correlação Item Total ponto bisserial	186
Tabela 12: Alpha de Cronbach	187
Tabela 13: Matriz de Avaliações.....	189

Lista de Siglas

CCI	Curva Característica do Item
CRI	Curva Resposta ao Item
FIRJAN	Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
MEC	Ministério da Educação
NCTM	National Council of Teachers of Mathematics
OA	Jogos
OECD	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OIT	Organização Internacional do Trabalho
PCN	Parâmetros Curriculares Nacional de Matemática
PISA	Programa Internacional de Avaliação do Aluno
SAEB	Sistema Nacional de Avaliação Escolar da Educação Básica
SESI RJ	Serviço Social da Indústria no Rio de Janeiro
TCT	Teoria Clássica dos Testes
TRI	Teoria da Resposta ao Item
TRIN	Teoria da Resposta ao Item Não-paramétrica
TRIP	Teoria da Resposta ao Item Paramétrica

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 DETALHAMENTO	19
1.2 PROBLEMA	21
1.3 HIPÓTESE	22
1.3.1 Detalhamento da hipótese.....	22
1.4 OBJETIVO GERAL	24
1.4.1 Objetivos específicos.....	26
1.5 JUSTIFICATIVA	26
1.6 METODOLOGIA.....	28
1.7 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	30
2. EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.....	31
2.1 Quadro atual do ensino da Matemática no Brasil	32
2.2 Matemática no ensino fundamental.....	35
2.3 O aluno e o saber matemático	41
2.4 Algumas causas das dificuldades de aprendizagem em matemática	42
2.5 Problemas no Ensino da Matemática no Brasil.....	45
3. O ENSINO DA MATEMÁTICA ATRAVÉS DOS JOGOS	48
3.1 TEORIAS SOBRE O USO DE JOGOS NO ENSINO DA MATEMÁTICA.....	49
3.2 TRABALHOS RELACIONADOS SOBRE APLICAÇÕES DE JOGOS NO ENSINO DA MATEMÁTICA	54
4. SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO, TEORIA CLÁSSICA DAS MEDIDAS (TC) E TEORIA DE RESPOSTA AO ITEM (TRI)	61
4.1 SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO.....	62
4.2.2 Filtragem colaborativa	63
4.2.3 Recomendação baseada em Filtragem por Conteúdo.....	64
4.3 TÉCNICAS DE FILTRAGEM APLICADAS A SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO	65
4.3.1 Filtragem Baseada em Conteúdo	65
4.3.2 Filtragem Colaborativa	66
4.3.3 Filtragem Híbrida.....	68
4.4.1 Teoria Clássica dos Testes (TCT).....	76

5. MODELO DE RECOMENDAÇÃO PROPOSTO	82
5. DESCRIÇÃO DA PROPOSTA	83
5.1 DESCRIÇÃO DO MODELO	84
6. EXPERIMENTOS: ESTUDO DE CASO E RESULTADOS OBTIDOS	88
6.1 EXPERIMENTOS	89
6.2 Primeiro Estudo	91
6.2.1 A elaboração da Análise Diagnóstica	92
6.3 Segundo Estudo	95
6.3.1 Etapas do estudo	95
6.3.2 Resultados Obtidos na aplicação da Análise Diagnóstica	97
6.3.3 Comparação entre os resultados dos alunos das duas amostras	105
6.3.4 Comparação dos resultados por gênero	107
6.3.5 Resultados encontrados nos jogos:	108
6.3.6 Análise da régua de dados	111
6.5 Resultados e discussão	120
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS	122
7.1 Contribuições da Dissertação	125
7.2 Trabalhos Futuros	127
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	129
APÊNDICE	137
Instrumento de Coleta de Dados	138
Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	141
ANEXOS:	142
ESTRUTURA DAS FUNCIONALIDADES DA PLATAFORMA:	143
Exemplos de telas dos jogos propostos:	170
EXEMPLOS EM ALGUNS JOGOS:	173
ANEXOS:	174
MODELOS UTILIZADOS NA TEORIA DE RESPOSTA AO ITEM (TRI), UTILIZANDO O SOFTWARE R E TODA A MODELAGEM EMPREGADA NO ESTUDO	175
Etapas da Filtragem Colaborativa	188
Correlacionar usuários	188
Filtrar Vizinhos	190

Cálculo de Predição	192
Prever avaliação	192

1. INTRODUÇÃO

Nesse capítulo será apresentado o problema proposto, a hipótese trabalhada, os objetivos gerais e específicos, a metodologia que será usada e as soluções empregadas na resolução do problema.

“Dos cegos do castelo me despeço e vou
A pé até encontrar
Um caminho, o lugar
Pro que eu sou...”

Os Cegos do Castelo- Titãs

Em 2009, o Programa Internacional de Avaliação do Aluno (PISA), vinculado à Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD), submeteu um grupo de 68 países a uma avaliação de seus ensinamentos de Leitura, Ciências e Matemática para alunos da educação básica, a fim de avaliar conhecimentos, competências e habilidades e a capacidade por parte destes alunos de utilizá-los e aplicá-los em situações cotidianas e de sua vida prática. Na avaliação sobre o ensino de Matemática o Brasil ocupou a 53^o posição no ranking mundial de desempenho. O Anuário Brasileiro de Educação Básica em 2012 apontou que apenas 11% dos alunos brasileiros sabem Matemática ao sair do ensino médio. As implicações desse quadro são a ausência de competência matemática e capacidade de desenvolvimento do raciocínio lógico. Esta realidade dificulta e diminui o número de pessoas formadas em profissões diretamente ligadas à habilidade matemática e ciências exatas ou que dela necessitam para simples situações que a envolvam, mesmo em outras profissões, conforme constatou a pesquisa “O que falta ao trabalhador brasileiro” , realizada pela Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro¹ (FIRJAN, 2011). Ela e seu resultado constituem-se a primeira motivação crítica deste trabalho. Ademais a Sociedade Brasileira de Computação (SBC) reunindo-se em 2006 constatou os desafios impostos por esses problemas e publicou o documento intitulado “Grandes Desafios da Computação 2006 – 2016”, com o objetivo de motivar e guiar as pesquisas em computação no país, e criou o Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação.

Diante desse contexto, o Sistema FIRJAN em parceria com o Serviço Social da Indústria no Rio de Janeiro (SESI RJ), conceberam o desenvolvimento e implantação do programa SESI Matemática em 2012, que tem por objetivo, operar uma melhoria no ensino de Matemática no ensino médio em todo o país, começando pelo estado do Rio de Janeiro e posteriormente expandindo-se a outros três estados. O projeto lança mão de uma metodologia que alia práticas educacionais modernas à tecnologia, a fim de tornar o ensino de Matemática mais instigante e fácil, tanto para os alunos quanto para os professores, desta maneira possibilitando romper com os entraves que tradicionalmente o cercaram. Dentre as diversas ferramentas e ações deste projeto, destacam-se a formação de professores por um método de 13 módulos e que

¹ <http://www.firjan.org.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=2C908CEC30E85C9501311ECC86C85567> acessado em fevereiro de 2014.

cobre todo o conteúdo do ensino médio, salas especialmente projetadas para o ensino da Matemática e uma Plataforma online de jogos e desafios educativos (Plataforma SESI Matemática) que tornam o ensino-aprendizado da disciplina mais estimulante e atraente para os jovens e permite o acompanhamento do progresso do conhecimento adquirido nesse processo.

Esta dissertação conta com um acompanhamento pedagógico que permite garantir a qualidade de seu resultado e do qual destacamos a análise diagnóstica e de impacto e o sistema de avaliação do desempenho dos alunos nos jogos educativos. É a partir deste ponto que surge a motivação desta dissertação, uma vez que a utilização dos games como jogos educativos, presentes na Plataforma online, nos instigam a pensar sobre como se desenvolverão os papéis de professores e alunos nesse contexto de mudança na forma do ensino da disciplina e possibilita a construção de escalas de habilidades que permitam o acompanhamento do progresso do conhecimento adquirido pelos alunos ao longo do processo.

Este trabalho parte da proposta de utilização de novos recursos e metodologias para buscar a melhoria do ensino da Matemática para alunos do ensino regular, deixando de lado modelos de abordagem tradicionalistas que consideram os conteúdos das disciplinas de modo estanque. Buscamos neste trabalho testar e aplicar a hipótese da utilização de um modelo de recomendação de jogos no ensino da matemática, como forma de estabelecer uma mudança processo de ensino-aprendizagem baseado na análise diagnóstica e na Teoria de Resposta ao Item. Utilizamos como base a Plataforma do SESI Matemática que conta com os jogos utilizados no estudo, pesquisa e desenvolvimento desse trabalho. Deste modo, criaremos uma abordagem avaliativa e diagnóstica do conhecimento matemático de alunos do primeiro ano do ensino médio, visando auferir o nível de conhecimento matemático estabelecido pelo PCN obtido através da conclusão das etapas do ensino fundamental.

Partindo-se dos resultados da diagnose e do referencial matemático cognitivo, criaremos possibilidades para que os alunos expandam seus horizontes cognitivos através da utilização de jogos de conteúdos matemáticos específicos e relativos às suas necessidades, a fim de atuar diretamente na produção e construção de novos conhecimentos e referências matemáticas,

bem como, agregando ao aluno maior capacidade de desenvolvimento do raciocínio lógico matemático e possibilitando a sua aplicação em situações da vida profissional e na resolução de problemas do cotidiano.

Temos como intenção verificar a utilização desta estratégia e a obtenção dos resultados esperados – estímulo do interesse dos alunos, da curiosidade, espírito investigativo e a capacidade de estabelecer relações grupais e de entendimento do mundo através das competências e habilidades requeridas pela Matemática através da utilização de desafios e jogos educativos.

Estes jogos são oferecidos aos alunos, através da Plataforma SESI Matemática, e utilizados no contexto do ensino, devem propor desafios que envolvam a utilização das habilidades e competências de cálculo, raciocínio lógico e levantamento de hipóteses por parte dos alunos, sendo todas estas sempre relacionadas a situações concretas e cotidianas. Além disso, visando a aproximar a prática teórica da habilidade de reconhecer a utilização da Matemática como disciplina e como ferramenta de compreensão e resolução de problemas cotidianos ligados a ela.

Buscamos ainda constatar se a utilização de um modelo de recomendação de jogos educacionais para as dificuldades apresentadas pelos alunos no desenvolvimento de habilidades e competências específicas se dará de forma eficiente, isto é, se os jogos oferecidos na Plataforma SESI Matemática e recomendados aos alunos, atendem a esta demanda de auxílio na resolução de problemas e dificuldades de aprendizagem.

Objetivamos identificar que tipo de interação os alunos estabeleceram com tais jogos na aprendizagem da matemática. Além disso, propomos a identificação das habilidades e competências envolvidas na resolução dos problemas, que esses estudantes possuem ou não, para a criação de escalas de habilidades que contribuem para o progresso e conhecimento adquirido desses alunos. Esta estratégia deve ter em vista os interesses individuais dos alunos e suas características pessoais no processo de aprendizagem da Matemática, articulando dessa maneira os temas aos interesses demonstrados pelos alunos e maneiras diversificadas de sanar

suas dificuldades.

A utilização de um modelo de recomendação aliado a jogos como ferramenta de apoio ao ensino da Matemática, busca a formação de um ambiente de aprendizagem mais adequado à natureza da disciplina e das necessidades apresentadas pelos alunos em seu contexto de aprendizagem, na perspectiva de permitir um novo enfoque no ensino-aprendizagem da matemática no que estimule a criatividade, envolvimento e um aprendizado consciente. Tornar mais atraente e contextualizado o ensino da Matemática aos jovens pode propiciar o melhor desenvolvimento de competências e habilidades e a relação destes alunos com a disciplina, bem como a escolha e preparação por parte destes no futuro exercício de profissões diretamente ligadas à utilização do raciocínio lógico matemático, revertendo desta maneira o quadro negativo do ensino da Matemática no país em instituições públicas e o déficit de profissionais realmente capacitados e conscientes para exercer profissões nesta área.

1.1 DETALHAMENTO

Acreditamos que este estudo faz-se necessário para diagnosticar os problemas decorrentes do ensino da matemática possibilitando o emprego de novas abordagens para a ministração desta disciplina nas escolas brasileiras, visando a melhoria do desempenho dos alunos e o despertar de uma maior interação com os objetos e conteúdos de aprendizagem e o estabelecimento de relações mais conscientes com a sociedade e a totalidade da realidade do aluno no que concerne à percepção e exercício das habilidades matemáticas.

Buscamos gerar a partir da realização deste trabalho um novo enfoque do ensino, que não se limite à exploração estritamente gradual dos conteúdos e temas da Matemática. O modelo atual limita o estímulo e desenvolvimento das habilidades requeridas apenas às séries cursadas pelos alunos, mas visando a possibilidade de retomada destas habilidades nos diferentes conteúdos e temas abordados ao longo da formação regular. Busca-se com isso, despertar um dos objetivos primordiais no processo de ensino e aprendizagem: questionar a realidade, formulando problemas e tratando de resolvê-los, utilizando para isso o pensamento lógico nas

capacidades de indução e dedução, a criatividade, a intuição, a capacidade de análise crítica, selecionando procedimentos e verificando sua adequação. Dessa maneira

Outro aspecto é o fato de partirmos da hipótese de que o emprego de um modelo de recomendação tem se apresentado como uma ferramenta muito útil no contexto da aprendizagem escolar. Portanto, pressupomos que aliar a ferramenta do modelo de recomendação à aplicação de jogos educacionais para sanar dificuldades e estimular habilidades constitui-se uma maneira extremamente positiva no alcance de resultados que beneficiem a relação de ensino-aprendizagem da Matemática, tanto para alunos quanto professores. Podemos assim mostrar um novo caminho no ensino-aprendizagem dessa disciplina tão importante na construção do saber, contribuindo para desconstruir com os mitos e medos sobre o tema.

Ademais, esta proposta seleciona como objeto de aplicação de seu estudo, alunos ingressantes no 1º ano do ensino médio, como forma de avaliar que tipo e qualidade de formação em Matemática obtiveram no ensino fundamental e que dificuldades porventura apresentarão no decorrer deste primeiro ano, num grau de ensino mais avançado. Temos em vista também que esta etapa do processo de formação escolar é crucial para o despertar e o encaminhamento de habilidades matemáticas a serem exercidas futuramente em profissões que as requeiram. Esta é uma questão relevante visto que o Brasil se encontra atualmente numa situação negativa, com déficit de profissionais competentes nesse tipo de atividade e com o mínimo das habilidades requeridas para essas profissões (FIRJAN, 2011).

Considerando os aspectos e problemas enfocados neste trabalho, as seguintes questões são relevantes e importa serem respondidas:

- Poderá o uso de um modelo de recomendação de jogos, realmente, auxiliar e melhorar o ensino-aprendizagem da Matemática?

- Como se dará a resposta dos alunos à interação com os esses jogos disponíveis oferecidos na Plataforma SESI Matemática, para o auxílio de dificuldades apontadas pela análise diagnóstica ou desenvolvimento das habilidades apresentadas?

- Suas necessidades serão realmente atendidas total ou parcialmente pelas propostas contidas neste trabalho?

1.2 PROBLEMA

O processo de formação escolar é uma etapa fundamental para o despertar e o encaminhamento de habilidades matemáticas que serão exercidas futuramente em profissões que as requeiram. Esta é uma questão relevante visto que o Brasil se encontra atualmente numa situação negativa, com déficit de profissionais competentes nesse tipo de atividade e com o mínimo das habilidades requeridas para essas profissões (FIRJAN, 2011).

Identificamos como oportunidade de pesquisa a utilização de novos recursos e metodologias para buscar a melhoria do ensino da Matemática para alunos do ensino regular. Buscamos testar e aplicar a hipótese da utilização de um modelo de recomendação de jogos como forma de estabelecer uma mudança na relação de ensino-aprendizagem da Matemática.

O problema consiste no fato de que a maior parte dos alunos, ao completar as etapas do ensino fundamental, não dispõe de habilidades e competências necessárias para o desenvolvimento do pensamento lógico matemático, de preparação para o uso dessas competências no mundo do trabalho e exercício da cidadania. Além disso, são impossibilitados seu desenvolvimento e alcance das etapas e resolução de problemas e desafios propostos no ensino médio. Em consequência disso, há o acúmulo das dificuldades de aprendizagem na matemática, a diminuição das motivações ligadas às ciências exatas e a maior dificuldade na resolução de questões relacionadas ao raciocínio lógico e matemático, levando futuramente ao esvaziamento de profissionais que utilizem a matemática em seu cotidiano.

1.3 HIPÓTESE

Duas hipóteses conduzem o presente trabalho.

Hipótese 1 – (H1): Jogos são instrumentos pedagógicos e metodológicos que auxiliam no processo de ensino-aprendizagem da Matemática.

Hipótese 2 – (H2): A utilização de um modelo de recomendação baseado no método da análise diagnóstica e utilizando como avaliação educacional a teoria de resposta ao item (TRI) que ofereça jogos específicos que considerem os interesses, particularidades, necessidades e dificuldades pedagógicas e metodológicas de cada aluno, com o objetivo de desenvolvimento e construção cognitivos se configura como um eficiente instrumento de ensino-aprendizagem da Matemática.

1.3.1 Detalhamento da hipótese

Os jogos educacionais são empregados como uma forma dinâmica de ensinar Matemática, pois através deles se torna mais prazeroso para os alunos aprender conceitos e capacidades que normalmente teriam dificuldade de aprender em aulas ministradas de maneira tradicional.

Observando estes aspectos do jogo, podemos relacioná-lo à Matemática à medida que o jogo se caracteriza por uma situação virtual, para significar um conceito a ser compreendido pelo aluno. O jogo determinado por suas regras estabelece um caminho que vai da imaginação à abstração de um conceito matemático.

Em se tratando da matemática, temos que ficar atentos ao fato de que ela exige imaginação, não se pode ensinar matemática de forma a fazer o aluno a pensar apenas de uma maneira. Se o jogo passa pelo caminho das regras, ideias, estratégias, previsões, execuções e análise de possibilidades, seu uso deve ser incentivado na escola, principalmente no seu ensino.

Segundo Rizzi e Haydt (2001), Piaget propõe que se estructurem os jogos nas formas de exercícios, símbolo e regra, observando o desenvolvimento da criança nestes jogos em seu estágio de desenvolvimento cognitivo.

Na prática em sala de aula, geralmente, o trabalho com jogos envolve um desejo e interesse natural do aluno, enquanto ser de iniciativa, isto é, além da ação de jogar, o desejo e o desafio de competir servem como motivação não obstante as derrotas inerentes ao processo, característica amplamente observada na geração atual. Quando sugerimos a utilização de jogos nas aulas de matemática, desenvolvemos a hipótese de que estes podem auxiliar em todos os níveis de ensino.

Os objetivos dos jogos têm que ser claros, adequados, e sempre representar um desafio para o nível com o qual estamos trabalhando e este é um processo delicado, no qual a análise diagnóstica é fundamental. Dessa forma, os jogos oferecidos na Plataforma SESI Matemática estão dispostos em três níveis e se relacionam com os conteúdos da matemática: fácil, intermediário e avançado X números reais, conjuntos, estudo de funções, função polinomial do 1º grau, razões trigonométricas no triângulo retângulo. Além disso, estão dispostos em conteúdos claros e específicos adequados a cada etapa do ensino.

Este trabalho propõe a utilização de jogos como novos recursos e metodologias no processo de ensino aprendizagem da matemática, a fim de promover mudanças significativas na prática pedagógica do corpo docente, apropriação e construção dos conhecimentos voltados ao raciocínio matemático lógico por parte dos alunos, visando à aquisição de habilidades e competências, sua utilização na solução de problemas cotidianos, ao desenvolvimento social e profissional e posterior inserção no mercado de trabalho.

No ensino é de particular importância a necessidade de elaborar mecanismos que permitam clarificar qual o grau de conhecimento que um aluno possui antes de ser iniciado no processo de ensino-aprendizagem de uma determinada matéria, disciplina ou ciclo de estudos. A análise diagnóstica é dessa forma uma avaliação inicial, sendo levada a cabo antes de o aluno ter contato com os conteúdos programáticos oferecidos através dos jogos. Ela serve, sobretudo, para apreciar a capacidade que um aluno tem para adquirir determinadas aprendizagens, habilidades e competências. Desta forma, a análise diagnóstica permite desvendar e identificar

concretamente problemas e dificuldades, possibilitando, posteriormente, a adequação do ensino às características de cada aluno. Os jogos oferecidos pós-diagnose levam em consideração as individualidades, particularidades, necessidades e deficiências dos alunos atendidos nesse trabalho.

Serve também para avaliar se o aluno possui ou não os pré-requisitos necessários ao prosseguimento do processo de ensino-aprendizagem, pois conhecimentos anteriores são cruciais para a apreensão de novos. Além disso, a análise diagnóstica inicial para além de testar conhecimentos anteriores, foca igualmente às capacidades básicas dos alunos, possibilitando a predição daquelas que ele necessitará desenvolver para a resolução dos problemas.

1.4 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é buscar a formação de um ambiente de aprendizagem mais adequado ao ensino aprendizagem da matemática, suas necessidades, particularidades e desenvolvimento das habilidades e competências apresentadas pelos alunos. Tornar mais atraente e contextualizado o ensino da disciplina propiciando aos alunos aquisição, produção e construção de conhecimentos lógicos matemáticos melhorando a relação destes alunos com a disciplina, bem como a preparação destes para o futuro exercício profissional capacitado e consciente.

Para isso utilizaremos o modelo de recomendação de jogos baseados nos conteúdos por tema: espaço e forma (campo da Geometria), grandezas e medidas (campo da Aritmética, da Álgebra, da Geometria e de outros campos do conhecimento), números e operações algébricas (campo da Aritmética e da Álgebra) e tratamento da informação (aprender a lidar com dados estatísticos, tabelas e gráficos e a raciocinar utilizando ideias relativas à probabilidade e combinatória, com o intuito de despertar um olhar mais atento para nossa sociedade). Na etapa

final o modelo de recomendação indica jogos específicos e relevantes para aumentar o referencial cognitivo matemático lógico dos alunos que ainda não conseguiram habilidades e competências.

Portanto, o presente trabalho pretende atender às seguintes questões:

- Poderá o uso de um modelo de recomendação de jogos realmente auxiliar e melhorar o ensino da Matemática para os alunos envolvidos?
- Como se dará a resposta dos alunos à interação com os jogos disponíveis e oferecidos na Plataforma SESI Matemática, para os respectivos desenvolvimentos cognitivos?
- Após a aplicação neste trabalho os jogos oferecidos propiciaram o desenvolvimento cognitivo mínimo necessário aos alunos envolvidos?
- Todos os alunos envolvidos apresentaram algum crescimento, desenvolvimento cognitivo ou redução após a utilização dos jogos?

Assim, servir-se de ferramentas e estratégias que possibilitem um novo enfoque sobre o ensino aprendizagem da Matemática bem como a obtenção de resultados mais positivos, constitui-se o principal objetivo deste trabalho. Pretendemos alcançar esta meta através da execução de uma interação entre o modelo de recomendação e os jogos, a ser empregada na Plataforma SESI Matemática, para a identificação dos perfis cognitivos dos alunos e acompanhamento do progresso do conhecimento adquirido por eles.

O modelo de recomendação elaborado visa o auxílio do processo de aprendizagem tanto daqueles que apresentam dificuldades ou resultados negativos quanto daqueles que obtiverem resultados positivos e se sintam estimulados a desenvolver habilidades e competências específicas correspondentes com seus perfis cognitivos. Ele identificará dados referentes às habilidades não desenvolvidas e temas mais recorrentes nos índices de erros da análise diagnóstica inicial, realizada nos moldes dos descritores de competências da Prova Brasil, sendo aplicada no primeiro ano do ensino médio, e recomendará a esses alunos jogos educativos que se coadunem às necessidades apresentadas por eles. Essa análise diagnóstica servirá como uma

ferramenta avaliativa do grau de habilidades e competências desenvolvidas ou não e o ponto inicial a partir do qual o modelo de recomendação selecionará suas indicações aos jogos recomendados.

1.4.1 Objetivos específicos

- Estimular o interesse, a curiosidade, o espírito de investigação, a capacidade de leitura crítica, e o desenvolvimento da capacidade para resolver problemas através da utilização de jogos no ensino da Matemática;
- Apoiar o professor na organização dos conteúdos e planejamento da disciplina, colaborando com novas metodologias e situações de aprendizagem por conteúdo, propiciando a articulação entre saberes e competências;
- Resolver situações problema sabendo validar estratégias e resultados, desenvolvendo formas de raciocínio e processos, como intuição, dedução, analogia, e estimativa, utilizando conceitos e procedimentos matemáticos;
- Desenvolver no aluno raciocínio lógico matemático, visando à inserção no mundo do trabalho, desenvolvimento de habilidades e competências e exercício da cidadania.

1.5 JUSTIFICATIVA

Esta proposta de trabalho baseia-se em algumas concepções da relação ensino-aprendizagem que dão um novo enfoque a como são compreendidos os processos que levam a esta interação, levando-se em conta quais papéis são desempenhados por professores e alunos e os resultados a serem alcançados. O Parâmetro Curricular Nacional (PCN) para o ensino de Matemática elaborado pelo Ministério da Educação (MEC) prevê o uso de diversos recursos para a promoção de uma relação de aprendizagem mais dinâmica e que valorize o desenvolvimento de aspectos cognitivos e sociais dos alunos. O conhecimento por parte do professor de novas ferramentas e possibilidades de trabalho em sala de aula constitui-se uma oportunidade de construção de uma prática didática diferenciada.

Segundo o MEC (1998), o professor pode valer-se da história da Matemática, de

tecnologias de comunicação e de jogos como recursos que podem fornecer os contextos dos problemas, como também os instrumentos para a construção das estratégias de resolução. Neste sentido, este trabalho propõe a consideração dos jogos como recursos para o ensino aprendizagem da Matemática conforme previsto no Parâmetro Curricular Nacional. Nele consta que os jogos constituem um modo interessante de proposição de problemas, pois os apresentam de forma atrativa e favorecem o exercício da criatividade na elaboração de estratégias de resolução e busca destas, inclusive simulando estas situações problemas que exijam soluções rápidas, estimulando assim o planejamento de ações e uma atitude positiva perante os erros.

Os jogos podem ainda, quando praticados em grupos, estimular a prática do debate, da argumentação e organização do pensamento. Entre outros benefícios, o parâmetro de Matemática relaciona:

Os jogos podem contribuir para um trabalho de formação de atitudes, enfrentar desafios, lançar-se à busca de soluções, desenvolvimento da crítica, da intuição, da criação de estratégias e da possibilidade de alterá-las quando o resultado não é satisfatório às necessidades para aprendizagem da Matemática. Nos jogos de estratégia (busca de procedimentos para ganhar) parte-se da realização de exemplos práticos (e não da repetição de modelos de procedimentos criados por outros) que levam ao desenvolvimento de habilidades específicas para a resolução de problemas e os modos típicos do pensamento matemático. As atividades de jogos permitem ao professor analisar e avaliar os seguintes aspectos: compreensão - facilidade para entender o processo do jogo assim como o autocontrole e o respeito a si próprio; facilidade: possibilidade de construir uma estratégia vencedora; possibilidade de descrição: capacidade de comunicar o procedimento seguido e da maneira de atuar; estratégia utilizada: capacidade de comparar com as previsões ou hipóteses. A participação em jogos de grupo também representa uma conquista cognitiva, emocional, moral e social para o estudante e um estímulo para o desenvolvimento de sua competência matemática. Além de ser um objeto sociocultural em que a Matemática está presente, o jogo é uma atividade natural no desenvolvimento dos processos psicológicos básicos; supõe um fazer sem obrigação externa e imposta, embora demande exigências, normas e controle. (Ministério da Educação, 1998, p. 31).

É a partir desses pressupostos que esta pesquisa busca justificar-se, levando em consideração uma nova abordagem do ensino da Matemática, mais estimulante, com recursos e objetivos mais amplos. A proposição de problemas em forma de desafios que aliem não apenas o estímulo ao desenvolvimento de determinada habilidade para a resolução de um problema,

mas também a incursão do aluno na história da Matemática apresenta-se como um auxílio aos estudos na forma dos jogos. Jogar implica não somente o aspecto lúdico – também a competição entre os alunos pode gerar e desenvolver a atitude de cooperação, garantir uma maior atenção dos alunos durante a aula e o estabelecimento de uma ligação entre as capacidades matemáticas desenvolvidas nos jogos e a realidade que circunda o aluno.

1.6 METODOLOGIA

Esse trabalho foi realizado em etapas, seguindo procedimentos metodológicos que orientam a realização de uma pesquisa científica. Para isso os seguintes passos foram realizados:

A primeira etapa compreendeu a realização de uma revisão bibliográfica, empreendida em artigos científicos, teses e dissertações, sobre o ensino da Matemática através dos jogos. Nosso objetivo, com esta pesquisa, foi aprofundar os conhecimentos teóricos referentes ao assunto, no sentido de obter a fundamentação teórica necessária para a pesquisa.

A segunda etapa compreendeu o desenvolvimento, implementação e teste na Plataforma do SESI Matemática, em conjunto com a empresa desenvolvedora Mangahigh, no intuito de cumprir com as exigências necessárias e adaptações junto aos órgãos competentes para a classificação dos conteúdos e habilidades exigidos no currículo mínimo de Matemática elaborado pelo MEC.

A terceira etapa consiste na identificação dos principais temas relevantes aos jogos empregados na educação.

A quarta etapa consiste na elaboração e construção de um modelo de recomendação proposto para aplicação das competências a serem desenvolvidas.

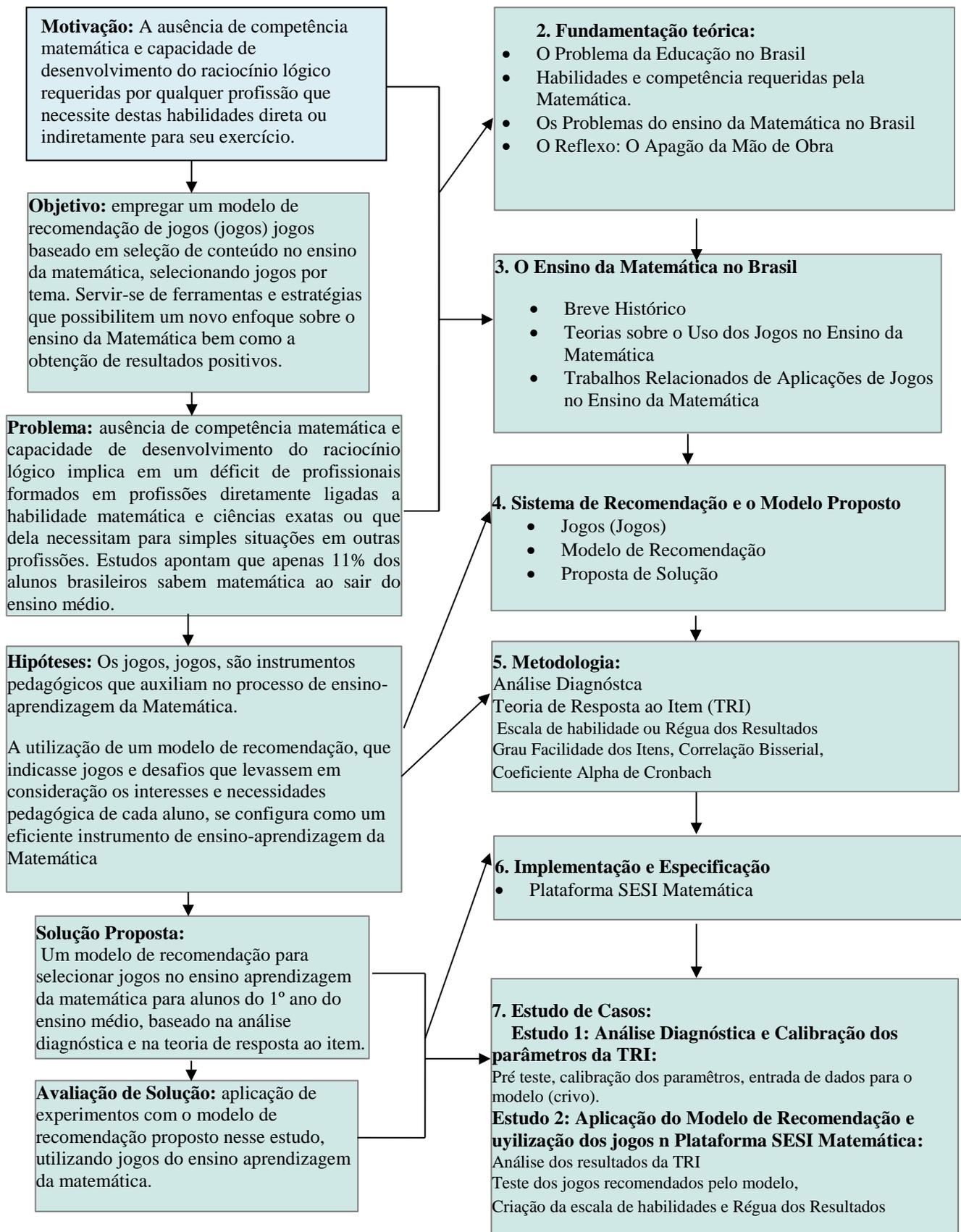
A quinta etapa consiste na criação dos itens da prova para a análise diagnóstica junto ao IMPA, para testar os descritores (habilidades e competências) necessários no 9º ano do ensino fundamental. O objetivo da análise diagnóstica é observar quais as necessidades de reforço ou habilidades desenvolvidas em cada estudante, obtendo assim os insumos necessários de cada participante e utiliza-los como entrada no nosso modelo de recomendação.

A sexta etapa consiste na aplicação e avaliação do modelo de recomendação de jogos baseado em seleção de conteúdo, utilizando o modelo proposto nesse estudo, por meio de dois estudos de casos:

- O primeiro foi realizado numa Escola SESI (540 alunos) nas seguintes etapas: elaboração dos itens pelos professores do IMPA, verificação da compreensibilidade das questões com os alunos (pré-teste), calibração do grau de dificuldade de cada questão gerando posteriormente a escala de habilidade ou régua de resultados. Serviu também para a correção das questões que apresentaram problemas de entendimentos e principalmente para testar a entrada de dados no modelo de recomendação, utilizando o resultado da prova para a recomendação dos jogos, seu cadastramento na Plataforma SESI Matemática e aplicação real do estudo.
- O segundo estudo, foi realizado em duas escolas da rede VespereR (estado de São Paulo); para testar o modelo realizamos todas as etapas metodológicas apresentadas no estudo 1, visando aplicar o modelo de recomendação de jogos no ensino da matemática, utilizados pelos participantes na Plataforma SESI Matemática, aplicando a análise diagnóstica anterior e posterior, verificando o estímulo recomendado, isto é, se após a utilização dos desafios e jogos recomendados pelo modelo de recomendação através da TRI proposto nesse estudo houve progresso ou não dos participantes.

1.7 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Quadro 0: Apresentação gráfica da organização da dissertação em capítulos



2 EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Esse capítulo tratará sobre a educação matemática e os problemas decorrentes do ensino da matemática no Brasil ao longo de sua história.

“Brasil!
Mostra a tua cara
Quero ver quem paga
Pra gente ficar assim
Brasil!
Qual é o teu negócio?
O nome do teu sócio?
Confia em mim...”

Brasil - Cazuza

2.1 Quadro atual do ensino da Matemática no Brasil

Entre os obstáculos que o Brasil tem enfrentado em relação ao ensino da Matemática, aponta-se a falta de uma formação profissional qualificada, as restrições ligadas às condições de trabalho, a ausência de políticas educacionais efetivas e as interpretações equivocadas de concepções pedagógicas.

No entanto, muitos esforços vêm sendo empreendidos para minimizar esses problemas. Alguns com bastante sucesso, como os que acontecem em escolas que têm elaborado projetos educativos de modo a que contemple os interesses e necessidades da comunidade. Também existem professores que, individualmente ou em pequenos grupos, têm iniciativa para buscar novos conhecimentos e assumem uma atitude de constante reflexão, o que os leva a desenvolver práticas pedagógicas mais eficientes. De modo semelhante, universidades, secretarias de educação e outras instituições têm produzido materiais de apoio para a prática do professor.

Todavia, essas iniciativas ainda não atingiram o conjunto dos professores e por isto não chegam a alterar o quadro desfavorável que caracteriza o ensino de Matemática no Brasil. A formação dos professores, por exemplo, tanto a inicial quanto a continuada, pouco tem contribuído para qualificá-los para o exercício da docência. Não tendo oportunidade e condições para aprimorar sua formação e não dispendo de outros recursos para desenvolver as práticas da sala de aula, os professores apoiam-se quase exclusivamente nos livros didáticos, que, muitas vezes, são de qualidade insatisfatória.

A interpretação equivocada de concepções pedagógicas também tem sido responsável por distorções na implementação das ideias inovadoras que aparecem em diferentes propostas. A abordagem de conceitos, ideias e métodos sob a perspectiva de resolução de problemas, ainda bastante desconhecida, quando é incorporada, aparece como um item isolado, desenvolvido paralelamente como aplicação da aprendizagem, a partir de listagens de problemas cuja resolução depende basicamente da escolha de técnicas ou formas de resolução memorizadas pelos alunos.

De forma semelhante, nem sempre são observadas recomendações insistentemente feitas para que conteúdos sejam veículos para a aprendizagem de ideias fundamentais (como as de proporcionalidade, equivalência etc.) e que devem ser selecionados levando em conta sua potencialidade, quer para instrumentação para a vida, quer para o desenvolvimento de formas de pensar. Quanto à organização dos conteúdos, de modo geral observa-se uma forma excessivamente hierarquizada de fazê-la. É uma organização dominada pela ideia de pré-requisito, cujo único critério é a estrutura lógica da Matemática. Desta forma a aprendizagem ocorre como se os conteúdos se articulassem na forma de uma corrente, cada conteúdo sendo um pré-requisito para o que vai sucedê-lo.

Embora se saiba que alguns conhecimentos precedem outros e que as formas de organização sempre indicam certo percurso, não existem amarras tão fortes como as que podem ser observadas comumente, tais como: apresentar a representação fracionária dos racionais, para introduzir posteriormente a decimal; ou desenvolver o conceito de semelhança, para depois explorar o teorema de Pitágoras.

Por vezes, essa concepção linear faz com que, ao se definir qual será o elo inicial da cadeia, tomem-se os chamados fundamentos como ponto de partida. É o que ocorre, por exemplo, quando se privilegiam as noções de ponto, reta e plano, como referência inicial para o ensino de Geometria ou quando se tomam os conjuntos como base para a aprendizagem de números e operações, caminhos que não são necessariamente os mais adequados.

O que também se observa em termos escolares é que muitas vezes os conteúdos matemáticos são tratados isoladamente e são apresentados e exauridos num único momento. Quando acontece de serem retomados (geralmente num mesmo nível de aprofundamento, apoiando-se nos mesmos recursos), é apenas com a perspectiva de utilizá-los como ferramentas para a aprendizagem de novas noções. De modo geral, parece não se levar em conta que, para o aluno consolidar e ampliar um conceito, é fundamental que ele o veja em novas extensões, representações ou conexões com outros conceitos.

Devemos lembrar também que a importância de levar em conta o conhecimento prévio

dos alunos na construção de significados geralmente é desconsiderada. Na maioria das vezes, subestimam-se os conceitos desenvolvidos no decorrer das vivências práticas dos alunos, de suas interações sociais imediatas, e parte-se para um tratamento escolar, de forma esquemática, privando os alunos da riqueza de conteúdos proveniente da experiência pessoal.

Outra distorção perceptível refere-se a uma interpretação equivocada da ideia de contexto, ao se trabalhar apenas com o que se supõe fazer parte do dia-a-dia do aluno. Embora as situações do cotidiano sejam fundamentais para conferir significados a muitos conteúdos a serem estudados, é importante considerar que esses significados podem ser explorados em outros contextos como as questões internas da própria Matemática e dos problemas históricos. Caso contrário, muitos conteúdos importantes serão descartados por serem julgados, sem uma análise adequada, que não são de interesse para os alunos porque não fazem parte de sua realidade ou não têm uma aplicação prática imediata.

Outra ferramenta importante, a história da Matemática, tem se transformado em assunto específico, que muitas vezes não passa da apresentação de fatos ou biografias de matemáticos famosos. No entanto, quando bem utilizada ela tem o potencial de propiciar uma compreensão mais ampla da trajetória dos conceitos e métodos desta disciplina. Do mesmo modo, a resolução de problema, que vem sendo apontada como um bom caminho para trabalhar conceitos e procedimentos matemáticos, tem sido objeto de interpretações equivocadas, pois ainda se resume em uma mera atividade de aplicação ao final do estudo de um conteúdo matemático. A recomendação do uso de recursos didáticos, incluindo alguns materiais específicos, é feita em quase todas as propostas curriculares. No entanto, na prática nem sempre há clareza do papel desses recursos no processo ensino-aprendizagem, bem como da adequação do uso desses materiais, sobre os quais se projetam algumas expectativas indevidas.

Os obstáculos apontados explicam em grande parte o desempenho insatisfatório dos alunos revelado pelas elevadas taxas de retenção em Matemática, o que a faz atuar como filtro social no ensino fundamental, selecionando os que terão oportunidade ou não de concluir esse segmento de ensino.

Os resultados obtidos pelos alunos do ensino fundamental nos testes de rendimento em Matemática, aplicados em todo o país, também são indicadores expressivos de como se encontra o ensino dessa área. As provas de Matemática aplicadas em 1993, pelo Sistema Nacional de Avaliação Escolar da Educação Básica (SAEB), indicavam que, na primeira série do ensino fundamental, 67,7% dos alunos acertavam pelo menos metade dos testes. Esse índice caía para 17,9% na terceira série, tornava a cair para 3,1%, na quinta série e subia para 5,9% na sétima série. Nas provas de Matemática, aplicadas em 1995, abrangendo alunos de quartas e oitavas séries do ensino fundamental, os percentuais de acerto por série/grau e por capacidades cognitivas, além de continuar diminuindo à medida que aumentavam os anos de escolaridade, indicavam também que as maiores dificuldades encontravam-se nas questões relacionadas à aplicação de conceitos e à resolução de problemas.

Desse modo, pode-se concluir que em relação ao ensino de Matemática há problemas antigos e novos a serem enfrentados e resolvidos, tarefa que requer operacionalização efetiva das intenções anunciadas nas diretrizes curriculares dos anos de 1980 e início dos anos de 1990, e a inclusão de novos elementos na pauta de discussões e que este documento procura contemplar.

2.2 Matemática no ensino fundamental

Discussões no âmbito da educação em Matemática que acontecem no Brasil e em outros países apontam a necessidade de adequar o trabalho escolar a uma nova realidade, marcada pela crescente presença da disciplina em diversos campos da atividade humana. Tais discussões têm influenciado análises e revisões nos currículos de Matemática no ensino fundamental.

Para melhor compreender os rumos dessas novas propostas é importante retomar a trajetória das reformas curriculares ocorridas nos últimos anos e analisar, mesmo que brevemente, o quadro atual do ensino de Matemática no Brasil.

Os movimentos de reorientação curricular ocorridos no Brasil a partir dos anos de 1920 não tiveram força suficiente para mudar a prática docente dos professores, para eliminar o caráter elitista desse ensino bem como melhorar sua qualidade. Em nosso país o ensino de Matemática ainda é marcado pelos altos índices de retenção, pela formalização precoce de conceitos, pela excessiva preocupação com o treino de habilidades e mecanização de processos sem compreensão.

Entre as décadas de 1960 e 1970, o ensino de Matemática no Brasil e em outros países, foi influenciado por um movimento de renovação que ficou conhecido como Matemática Moderna. Este movimento educacional nasceu inscrito numa política de modernização econômica e colocou a disciplina na linha de frente do ensino por se considerar que, juntamente com a área de Ciências, ela constituía uma via de acesso privilegiada para o pensamento científico e tecnológico. Para tanto procurou aproximar a Matemática desenvolvida na escola da Matemática como é vista pelos estudiosos e pesquisadores.

O ensino proposto fundamentava-se em grandes estruturas que organizam o conhecimento matemático contemporâneo e enfatizava a teoria dos conjuntos, as estruturas algébricas, a topologia etc. Esse movimento provocou, em vários países, inclusive no Brasil, discussões e amplas reformas no currículo de Matemática. No entanto, essas reformas deixaram de considerar um ponto básico que viria tornar-se seu maior problema: o que se propunha estava fora do alcance dos alunos, em especial daqueles das séries iniciais do ensino fundamental.

O ensino passou a ter preocupações excessivas com formalizações, distanciando-se das questões práticas. A linguagem da teoria dos conjuntos, por exemplo, enfatizava o ensino de símbolos e de uma terminologia complexa comprometendo o aprendizado do cálculo aritmético, da Geometria e das medidas.

No Brasil, o movimento Matemática Moderna, veiculado principalmente pelos livros didáticos, teve grande influência, durante longo período, só vindo a refluir a partir da constatação de inadequação de alguns de seus princípios básicos, das distorções e dos exageros

ocorridos.

Em 1980, o National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), dos Estados Unidos, apresentou recomendações para o ensino de Matemática. No documento a resolução de problemas era destacada como o foco do ensino da disciplina nos anos de 1980. Também a compreensão da relevância de aspectos sociais, antropológicos, linguísticos, além dos cognitivos, na aprendizagem da Matemática, imprimiu novos rumos às discussões curriculares.

A partir destas ideias reformas ocorreram em todo o mundo. No período que vai de 1980 a 1995 diversos países elaboraram propostas que apresentam pontos de convergência, tais como:

- Direcionamento do ensino fundamental para a aquisição de competências básicas necessárias ao cidadão e não apenas voltadas para a preparação de estudos posteriores;
- Importância do desempenho de um papel ativo do aluno na construção do seu conhecimento;
- Ênfase na resolução de problemas, na exploração da Matemática a partir dos problemas vividos no cotidiano e encontrados nas várias disciplinas;
- Importância de trabalhar com amplo espectro de conteúdos, incluindo já no ensino fundamental, por exemplo, elementos de estatística, probabilidade e combinatória para atender à demanda social que indica a necessidade de abordar esses assuntos;
- Necessidade de levar os alunos a compreender a importância do uso da tecnologia e acompanhar sua permanente renovação.

Algumas destas ideias foram incorporadas pelas propostas curriculares de secretarias de

estaduais e municipais de educação no Brasil e têm sido muito discutidas, havendo experiências bem-sucedidas que comprovam seu potencial. No entanto, importante salientar que ainda hoje nota-se, por exemplo, a insistência no trabalho com a linguagem da teoria dos conjuntos nas séries iniciais, a formalização precoce de conceitos, o predomínio absoluto da Álgebra nas séries finais principalmente as poucas aplicações práticas da Matemática no ensino fundamental.

A análise das propostas curriculares oficiais, realizada em 1995, pela Fundação Carlos Chagas, mostra a marca dessa influência em algumas das propostas curriculares estaduais e municipais, mesmo as que foram elaboradas recentemente. Segundo este estudo os currículos dividem-se em duas grandes famílias: os que estão impregnados pela teoria dos conjuntos e os que a eliminaram ou a reduziram ao mínimo.

Outro aspecto importante revelado na análise da fundação é que as propostas curriculares mais recentes são ainda bastante desconhecidas de parte considerável dos professores, e que os mesmo não têm uma clara visão dos problemas que motivaram as reformas. Observa-se que as ideias veiculadas por estas propostas, quando chegam aos professores, são incorporadas superficialmente ou recebem interpretações inadequadas. Tal situação leva a uma situação onde, apesar das mudanças curriculares, as mudanças desejadas não são alcançadas.

2.3 Principais Características do Conhecimento Matemático

A Matemática caracteriza-se como uma forma de compreender e atuar no mundo e o conhecimento gerado nessa área do saber como um fruto da construção humana na sua interação constante com o contexto natural, social e cultural.

Esta visão opõe-se àquela presente na maioria da sociedade e na escola que considera a Matemática como um corpo de conhecimento imutável e verdadeiro, que deve ser assimilado pelo aluno. A Matemática é uma ciência viva, não apenas no cotidiano dos cidadãos, mas também nas universidades e centros de pesquisas, onde se verifica hoje, uma impressionante

produção de novos conhecimentos que, a par de seu valor intrínseco, de natureza lógica, têm sido instrumentos úteis na solução de problemas científicos e tecnológicos da maior importância.

Em contrapartida, não se deve perder de vista os caracteres especulativo, estético não imediatamente pragmático do conhecimento matemático sem os quais se perde parte de sua natureza.

Duas forças indissociáveis estão sempre a impulsionar o trabalho em Matemática. De um lado, o permanente apelo das aplicações às mais variadas atividades humanas, das mais simples na vida cotidiana, às mais complexas elaborações de outras ciências. De outro lado, a especulação pura, a busca de respostas a questões geradas no próprio edifício da Matemática. A indissociabilidade desses dois aspectos fica evidenciada pelos inúmeros exemplos de belas construções abstratas originadas em problemas aplicados e, por outro lado, de surpreendentes aplicações encontradas para as mais puras especulações.

A Matemática faz-se presente na quantificação do real, na contagem, na medição de grandezas e no desenvolvimento das técnicas de cálculo com os números e com as grandezas. No entanto, esse conhecimento vai muito além, criando sistemas abstratos, ideais, que organizam, inter-relacionam e revelam fenômenos do espaço, do movimento, das formas e dos números, associados quase sempre a fenômenos do mundo físico.

Fruto da criação e invenção humanas, a Matemática não evoluiu de forma linear e logicamente organizada. Desenvolveu-se com movimentos de idas e vindas, com rupturas de paradigmas. Frequentemente um conhecimento foi amplamente utilizado na ciência ou na tecnologia antes de ser incorporado a um dos sistemas lógicos formais do corpo da Matemática. Exemplos desse fato podem ser encontrados no surgimento dos números negativos, irracionais e imaginários. Uma instância importante de mudança de paradigma ocorreu quando se superou a visão de uma única geometria do real, a geometria euclidiana, para aceitação de uma pluralidade de modelos geométricos, logicamente consistentes, que podem modelar a realidade do espaço físico.

A Matemática desenvolveu-se seguindo caminhos diferentes nas diversas culturas. O modelo de Matemática hoje aceito, originou-se com a civilização grega, no período que vai aproximadamente de 700 a.c. a 300 d.c., abrigando sistemas formais, logicamente estruturados a partir de um conjunto de premissas e empregando regras de raciocínio preestabelecidas. A maturidade desses sistemas formais foi atingida no século XIX, com o surgimento da Teoria dos Conjuntos e o desenvolvimento da Lógica Matemática. O advento posterior de uma multiplicidade de sistemas matemáticos e teorias matemáticas evidenciou, por outro lado, que não há uma via única ligando a Matemática e o mundo físico. Os sistemas axiomáticos euclidiano e hiperbólico na Geometria, equivalentes sob o ponto de vista da consistência lógica, são dois possíveis modelos da realidade física. Além disso, essa multiplicidade amplia-se, nos tempos presentes, com o tratamento cada vez mais importante dos fenômenos que envolvem o acaso, a Estatística e a Probabilidade, e daqueles relacionados com as noções matemáticas de caos e de conjuntos fractais.

Convém, ainda, ressaltar que, desde os seus primórdios, as inter-relações entre as várias teorias matemáticas, sempre tiveram efeitos altamente positivos para o crescimento do conhecimento nesse campo do saber. Por fim, com o advento da era da informação e da automação e com a rapidez, antes impensada, na realização dos cálculos numéricos ou algébricos, torna-se cada vez mais amplo o espectro de problemas que podem ser abordados e resolvidos por meio do conhecimento matemático.

O acervo de conhecimento matemático tem sido preservado e exposto pela via da dedução lógica, no âmbito de um sistema de axiomas. A comunicação do saber matemático, seja nos periódicos especializados e nos livros, seja em vários ambientes escolares, tem, tradicionalmente, seguido esse caminho.

Na criação desse conhecimento, contudo, interferem processos heurísticos e intervêm a criatividade e o senso estético, do mesmo modo que em outras áreas do conhecimento. A partir da observação de casos particulares, as regularidades são desvendadas, as conjecturas e teorias matemáticas são formuladas. Esse caráter indutivo é, em geral, pouco destacado quando se trata da comunicação ou do ensino do conhecimento matemático.

O exercício da indução e da dedução em Matemática reveste-se de importância no desenvolvimento da capacidade de resolver problemas, de formular e testar hipóteses, de induzir, de generalizar e de inferir dentro de determinada lógica, o que assegura um papel de relevo ao aprendizado dessa ciência em todos os níveis de ensino.

Ao longo de sua história, a Matemática tem convivido com a reflexão de natureza filosófica, em suas vertentes da epistemologia e da lógica. Quando se reflete, hoje, sobre a natureza da validação do conhecimento matemático, reconhece-se que, na comunidade científica, a demonstração formal tem sido aceita como a única forma de validação dos seus resultados. Nesse sentido, a Matemática não é uma ciência empírica. Nenhuma verificação experimental ou medição feita em objetos físicos poderá, por exemplo, validar matematicamente o teorema de Pitágoras ou o teorema relativo à soma dos ângulos de um triângulo. Deve-se enfatizar, contudo, o papel heurístico que têm desempenhado os contextos materiais como fontes de conjecturas matemáticas.

Essas características permitem conceber o saber matemático como algo flexível e maleável às inter-relações entre os seus vários conceitos e entre os seus vários modos de representações, também, permeável aos problemas nos vários outros campos científicos.

Um saber matemático desse tipo pode ser o motor de inovações e de superação dos obstáculos, desde os mais simples até aqueles que significam verdadeiras barreiras epistemológicas no seu desenvolvimento.

2.3 O aluno e o saber matemático

As necessidades cotidianas fazem com que os alunos desenvolvam capacidades de natureza prática para lidar com a atividade matemática, o que lhes permite reconhecer problemas, buscar e selecionar informações, tomar decisões. Quando essa capacidade é potencializada pela escola, a aprendizagem apresenta melhor resultado.

Por isso é fundamental não subestimar o potencial matemático dos alunos, reconhecendo que resolvem problemas, mesmo que razoavelmente complexos, ao lançar mão de seus conhecimentos sobre o assunto e buscar estabelecer relações entre o já conhecido e o novo.

O significado da atividade matemática para o aluno também resulta das conexões que ele estabelece entre os diferentes temas matemáticos e também entre estes e as demais áreas do conhecimento e as situações do cotidiano.

Ao relacionar ideias matemáticas entre si, podem reconhecer princípios gerais, como proporcionalidade, igualdade, composição, decomposição, inclusão e perceber que processos como o estabelecimento de analogias, indução e dedução estão presentes tanto no trabalho com números e operações como no trabalho com o espaço, forma e medidas. O estabelecimento de relações é fundamental para que o aluno compreenda efetivamente os conteúdos matemáticos, pois, abordados de forma isolada, eles não se tornam uma ferramenta eficaz para resolver problemas e para a aprendizagem/construção de novos conceitos.

2.4 Algumas causas das dificuldades de aprendizagem em matemática

A Matemática é estudada tanto pelas suas aplicações práticas como pelo seu interesse teórico. Algumas pessoas, e não só os matemáticos profissionais, consideram que a essência dessa disciplina reside na sua beleza e no seu desafio intelectual. Para outros, incluindo muitos cientistas e engenheiros, o valor essencial da Matemática é a sua aplicação à própria atividade. (SACRAMENTO, 2008; VASCONCELOS, 2009)

Todavia, o que se pode constatar de mais concreto é que a Matemática ocupa um lugar essencial nos currículos escolares, mas, em contrapartida, pode se observar elevadas taxas de reprovação e de insucesso, desprazer e, ou frustração, na aprendizagem e no ensino dessa matéria.

Buscando uma forma de se entender o porquê de o ensino da Matemática ser pouco satisfatório e apresentar elevada dificuldade de aprendizagem, percebe-se que, apesar de alguns esforços terem sido já desenvolvidos por parte dos docentes, o ensino da disciplina não tem sido considerado pelos professores com a profundidade, serenidade e bom senso necessário.

Segundo Maria A. D. (2009) uma das causas de dificuldades do ensino da disciplina é avaliada e tenta solucionar este quadro, ponderando da seguinte forma:

“Não se muda o ensino da Matemática de um dia para o outro. É necessário um planejamento a médio e longo prazo, uma execução paciente ao longo de muitos anos, com a participação ativa indispensável de todas as pessoas com relação direta ou indireta com o ensino da Matemática.”

Os problemas são muitos, variados e difíceis. Seria sempre arriscado e pretensioso procurar abordá-los em sua totalidade, principalmente em um único trabalho. Portanto, limita-se aqui, a refletir sobre alguns dos aspectos que normalmente surgem no ensino e na aprendizagem da Matemática, no âmbito específico da docência. No ensino aprendizagem da Matemática, deve evidenciar um triângulo (humano programático) cujos vértices são: a Matemática, os alunos e o professor. (VASCONCELOS, 2009; SACRAMENTO, 2008)

O professor é um elemento decisivo na complexa atividade que é ensinar Matemática. Na definição das suas práticas pedagógicas, compete a ele intervir, consciente ou inconscientemente, as suas concepções e conhecimento profissional, que orientem as suas ações, desde grandes opções relativas ao currículo, por exemplo, a aspectos mais particulares da preparação e condução de aulas. (BORBA, 2004; VASCONCELOS, 2009)

Posto de uma forma simplista, o papel do professor numa sala de aula é tornar o caminho entre a Matemática e os alunos o mais curto possível. Cabe ao professor, já suficientemente

perto de ambos (Matemática e alunos), a missão de conduzir a Matemática até aos alunos ou de levar os alunos até à Matemática.

Sendo assim, deve se meditar sobre o papel e a atitude do professor, questionando se sobre os problemas existentes e que estejam relacionados, de uma forma ou de outra, com a Matemática, seu ensino e sua aprendizagem.

É importante ressaltar aqui que alguns desses problemas poderão não ter respostas claras ou simples, mas uma análise consciente, por parte do docente, contribuirá, por certo, para um enriquecimento da sua atividade profissional. Uma vez consciente do seu papel, será mais fácil pensar e atuar sobre os outros dois vértices do triângulo, isto é, sobre a Matemática e sobre os alunos. (VASCONCELOS, 2009)

Segundo Sacramento (2008), existem várias causas que contribuem para a dificuldade na aprendizagem da Matemática. Dentre estas causas podemos citar as lesões cerebrais, as alterações no desenvolvimento cerebral, desequilíbrios químicos e a hereditariedade. Porém, é o ambiente familiar, escolar, e comunitário que determina a gravidade dessa dificuldade.

O autor detalha algumas das causas da dificuldade na aprendizagem que consideramos importante destacar:

- A falta de motivação, castigo ou depressão, problema emocional, ansiedade, efeitos de medicamentos que afetam a memória ou concentração, transtorno de déficit de atenção/hiperatividade TDAH.
- Distúrbio de memória auditiva (dificuldade em ouvir)
- Distúrbio de percepção visual (dificuldade na visão)
- Distúrbio de escrita (dificuldade de escrever letras e números)
- Discalculia (distúrbio neurológico, uma falha na formação dos circuitos neuronais).

2.5 Problemas no Ensino da Matemática no Brasil

O Brasil, no decurso dos anos 2000, consolidou a sua estabilidade econômica, cumpriu o pagamento de sua dívida externa, incluindo-se os acordos com o FMI, se fortalecendo cada vez mais como uma economia emergente e em desenvolvimento. Por conseguinte, no final dessa década, atingiu níveis de crescimento cujos índices não eram atingidos desde os anos 1970.

Em consequência disso, o consumo interno sofreu um considerável aumento, o poder de compra da classe média brasileira também aumentou, havendo maior atração de investimentos para o país. Todo esse cenário, trouxe influência a queda do desemprego, gerando-se novos postos de trabalho e o surgimento de novas profissões. Contudo, as empresas passaram a ter dificuldades em encontrar novos profissionais com formação adequada e competência para ocupar as vagas de trabalho disponíveis, mantendo-se dessa forma o desenvolvimento corporativo das instituições privadas.

Os debates sobre a falta de mão de obra qualificada por parte das empresas iniciou-se entre os anos de 2010 e 2012, visto que tal situação logo comprometeria o ritmo de crescimento da economia brasileira. A causa da falta de mão de obra está ligada diretamente ao baixo nível da educação brasileira, cuja precariedade se aprofundou nos anos 1980 e 1990, nas redes federais, estaduais e municipais de ensino, precariedade marcada pela desvalorização do professor, atrasos nos processos de atualização pedagógica e de conteúdo lecionado aos alunos.

Segundo dados recentes da Organização Internacional do Trabalho (OIT), cerca de 50% dos brasileiros não concluíram o ensino fundamental. Esse cenário de ausência de profissionais qualificados ficou conhecido como “Apagão de mão de obra no Brasil”.

Entre os anos 2001 e 2010, o Brasil gerou cerca de 18 milhões de empregos formais com carteira assinada, registrando um crescimento de 68% na geração de empregos. A falta de profissionais junto com a infraestrutura precária, destacando o setor logístico, são os principais

gargalos para a manutenção de um ciclo virtuoso de crescimento e amadurecimento econômico do Brasil no início do século XXI.

Em setembro de 2011, o país havia registrado a taxa de desemprego em 6%, considerada a menor da história recente, no mesmo período, o desemprego nos EUA era de 9% da população ativa.

Dentro de uma empresa, além do capital e da tecnologia, a mão de obra é essencial para o desenvolvimento dos projetos de uma empresa, sendo necessário unir o trabalho ao estudo com alta qualidade para a cidadania. A partir da falta de mão de obra qualificada, muitas empresas começaram a “importar” profissionais, principalmente de países em crises econômica na Europa. Que atualmente concentra um grande número de pessoas altamente qualificadas e altos índices de desemprego, uma geração com excelente formação acadêmica e sem perspectiva de trabalho devido à crise econômica. Exatamente o oposto quando comparado às necessidades brasileiras, um país com alto nível de desenvolvimento econômico vivendo um apagão de mão de obra qualificada.

Algumas consequências desse quadro são a ausência de competência matemática e capacidade de desenvolvimento do raciocínio lógico requeridas por qualquer profissão que necessita de estas habilidades para seu exercício direta ou indiretamente, conforme apontou a pesquisa desenvolvida pelo Sistema FIRJAN (2011), O que falta ao trabalhador brasileiro. É a partir dessa pesquisa e seus dados constatados que surgiu a motivação do desenvolvimento deste trabalho.

Um estudo da ONG "Todos Pela Educação" ² mostrou que só 10% dos jovens brasileiros que concluem o ensino médio sabem Matemática. Para muitos, a disciplina nunca foi a matéria preferida. O levantamento revela ainda que o desempenho dos estudantes piorou, já que em 2009 o percentual era de 11%. Em português, o índice permaneceu o mesmo: 29% dos alunos aprenderam o que deveriam ao terminar o ensino médio.

² <http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2013/03/so-10-dos-alunos-que-concluem-ensino-medio-sabem-matematica-diz-ong.html> acessado em janeiro de 2014.

Toda essa disparidade entre Português e Matemática afeta na escolha do curso superior. Cursos como Engenharia estão com menor procura do que cursos das áreas de humanas.

Sistemas de avaliação nacional e internacional como o Prova Brasil e o Programa Internacional de Avaliação do Aluno (PISA) apontam o baixo rendimento e desenvolvimento de competências matemáticas, o que fez o país ocupar baixas posições e percentagens: 530 lugar no ranking mundial de desempenho e, segundo o Anuário Brasileiro de Educação Básica 2012 - apenas 10% dos alunos brasileiros sabem Matemática ao sair do ensino médio

A procura por profissionais de engenharia e áreas que requerem a Matemática como mola propulsora aumenta gradativamente. Segundo estudo, até 2015, o Brasil vai precisar de 300 mil engenheiros, mas o país não consegue formar a quantidade de profissionais necessários para a área. De acordo com a Federação Nacional dos Engenheiros, os estudantes não estão terminando o curso e os que terminam não buscam uma especialização. O Brasil forma cerca de 40 mil engenheiros por ano, mas precisa de quase o dobro disso para dar conta da demanda. Mesmo com salário inicial na média de R\$ 5,5 mil, o mercado ainda sente falta de profissionais, principalmente, profissionais qualificados.

O Anuário Brasileiro da Educação Básica 2012 mostra que o nível de aprendizagem entre estudantes brasileiros ainda é muito baixo, especialmente de Matemática. Em 2009, apenas 11% dos alunos brasileiros mostram proficiência esperada na disciplina ao chegar ao 3º ano do ensino médio.

3. O ENSINO DA MATEMÁTICA ATRAVÉS DOS JOGOS

Este capítulo trata das teorias que apresentam os jogos como instrumento pedagógico no ensino da Matemática, analisando e adotando critérios de comparação às pesquisas contemporâneas relacionadas ao tema enfatizando as contribuições desse trabalho dissertativo.

“Parece um teorema sem ter demonstração
E parece que sempre termina
Mas não tem fim...”

Teorema – Legião Urbana

3.1 TEORIAS SOBRE O USO DE JOGOS NO ENSINO DA MATEMÁTICA

Conforme indicamos no início do Capítulo 1, o Brasil enfrenta uma situação crítica na formação de mão de obra capacitada em habilidades e competências matemáticas. Este quadro produz para o país sérias questões de desenvolvimento. O Brasil ocupa lugares muito baixos nas avaliações nacionais e internacionais, sendo premente repensar o modelo pedagógico no ensino da Matemática. Com as transformações ocorridas no campo da educação nos últimos anos vemos a configuração de novos horizontes para o desenvolvimento da relação ensino-aprendizagem. Novas abordagens pedagógicas que priorizam o aspecto humano e cognitivo e o advento de novas tecnologias para auxílio do processo de aprendizagem vêm abrir grandes e novas possibilidades a professores e alunos de melhoria de suas relações bem como o alcance dos objetivos propostos a ambos.

Encontrar ferramentas que reconheçam perfil e necessidades de um aluno apresenta-se como uma grande oportunidade de desenvolvimento de estratégias que visem à facilitação e auxílio da aprendizagem para este. E é nesse contexto que o sistema de recomendação, utilizado em diversas outras áreas como o comércio eletrônico e redes sociais, surge como a outra ponta deste processo, pois a partir da identificação desses dados, gerados automaticamente por meio de critérios avaliativos, professores e instrutores podem recomendar a alunos ferramentas que melhorem o aprendizado e acompanhar a utilização e resultado destas.

Os denominados jogos, conjunto que engloba diversos materiais com fins didáticos, podem ser associados à estratégia referida acima como os itens a serem recomendados pelo sistema. Estes objetos, que no caso desta pesquisa são jogos online, visam facilitar a aprendizagem dos alunos, tanto para os que apresentarem bom rendimento quanto para aqueles com dificuldades no desenvolvimento de competências e habilidades. Esta proposta de trabalho, portanto, utilizam estes três eixos principais: o ensino da Matemática, cuja amostra será a de alunos ingressantes no 1^o ano do ensino médio da rede estadual e particular de ensino do Rio de Janeiro; a utilização de um modelo de recomendação; e a base avaliativa de

habilidades e competências de acordo com a elaboração do Parâmetro Curricular Nacional para o ensino de Matemática do MEC.

O campo de atuação desta pesquisa se dará na Plataforma do Projeto SESI Matemática, composto por: jogos online, kits, desafios que serão relacionados com o desenvolvimento de um modelo de recomendação, que por sua vez fará a interface entre a Plataforma e as ferramentas de aprendizagem.

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacional de Matemática (PCN), a utilização de jogos no ensino da Matemática pode ajudar a desenvolver habilidades e contribuir para:

“(...) um trabalho de atitudes, enfrentar desafios, lançar-se à busca de soluções, desenvolvimento da crítica, da intuição, da criação de estratégias e da possibilidade de alterá-las quando o resultado não é satisfatório, habilidades necessárias para aprendizagem da matemática.” (Ministério da Educação, 1998)

Além disso, vale ressaltar que a Matemática não é algo pronto e definitivo, e sim uma construção e uma apropriação de conhecimento para compreender e transformar a realidade. No início a Matemática destaca-se em dois aspectos básicos:

- Consiste em relacionar a observação do mundo real com a representação (esquemas, tabelas e figuras).
- Relacionar essas representações com princípios e conceito matemático.

Desta forma percebe-se que o aluno tem que conhecer os conceitos matemáticos para utilizá-lo no seu cotidiano.

As necessidades cotidianas fazem com que os alunos desenvolvam uma inteligência essencialmente prática que permite conhecer problemas, buscar e selecionar informações, tomar decisões e, portanto, desenvolver uma ampla capacidade para lidar com a atividade Matemática. Quando essa capacidade é potencializada pela escola, a aprendizagem apresenta

melhor resultado. A história da Matemática nos mostra que ela foi construída com respostas e perguntas motivadas por problemas de ordem práticas como divisão de terras, cálculos de créditos e problemas vinculados a outras ciências como física e astronomia e problemas relacionadas a investigações internas a própria Matemática.

O uso de jogos no ensino da Matemática propicia aprendizagens mais motivadoras e interessantes, tanto para o aluno quanto para o professor. Inúmeras habilidades matemáticas podem ser desenvolvidas através dos jogos, entre elas, o raciocínio reflexivo, pois é necessário sempre pensar muito bem antes de realizar qualquer jogada e a cada nova jogada, um novo raciocínio pode surgir. Os raciocínios lógicos utilizados pelos alunos durante o jogo sempre se assemelham à resolução de um problema matemático, mesmo que o jogo não seja em relação a um conteúdo matemático específico.

Flemming e Collaço de Mello (2003, p.143) destacam, em relação aos jogos didáticos, que é importante “mencionar que esse recurso deve ser adotado em sala de aula e que a aprendizagem de conteúdo poderá acontecer de forma mais dinâmica, menos traumática, mais interessante”. Acreditamos que o jogo contribui para que o processo ensino-aprendizagem seja produtivo e agradável tanto para o educador quanto para o educando.

Borin (1995) identifica os jogos como importante estratégia de trabalho por seu aspecto lúdico, que pode motivar e despertar o interesse do aluno, fazendo com que a aprendizagem se torne mais atraente. O raciocínio reflexivo é constantemente desenvolvido na prática de jogos, já que diante de erro e acertos o aluno necessitará analisar a eficácia de sua estratégia.

Smole et al. (2000, p.69) a utilização de jogos em aulas de Matemática quebram a monotonia do ensino tradicional, centrado em geral nos livros e nos exercícios padronizados. Por seu caráter lúdico acrescentam movimento, encanto, desafios e alegria ao aprendizado.

O professor pode criar situações na sala de aula que encorajem os alunos a compreenderem e se familiarizarem mais com a linguagem matemática, estabelecendo ligações cognitivas entre a linguagem materna, conceitos da vida real e a linguagem matemática formal, dando oportunidades para eles escreverem e falarem sobre o

vocabulário matemático, além de desenvolverem habilidades de formulação e resolução de problemas, enquanto desenvolvem noções e conceitos matemáticos. (SMOLE, 2000, p. 69)

E estas características são determinantes para que o aluno sintam-se convocados a participar das atividades com interesse, não devendo o professor tentar anular esta característica do jogo.

Lara (2003) nos diz que devemos buscar estratégias alternativas para o ensino e aprendizagem da Matemática, buscando atingir o objetivo de desenvolver o raciocínio lógico, estimular o pensamento independente, desenvolver a criatividade, a capacidade de manejar situações reais e resolver problemas. Acrescenta ainda, que devemos realizar um trabalho que vá ao encontro da realidade de nossos alunos, que propicie a construção do conhecimento, principalmente do conhecimento matemático através de atividades lúdicas, ou seja, através dos jogos como estratégia de ensino e aprendizagem.

Para Borin (1995), temos outro motivo para investir no potencial pedagógico dos jogos. Para o autor estes teriam a possibilidade de diminuir bloqueios apresentados por muitos alunos que temem a Matemática e sentem-se incapazes de aprendê-la. Durante o jogo, quando a motivação e a atitude ativa são maiores, notamos que estes alunos falam na linguagem da Matemática, apresentam melhor desempenho e atitudes mais positivas frente aos seus processos de aprendizagem. D'Ambrósio (1994) sugere que em vez de despejarmos conteúdos desvinculados da realidade, devemos aprender com eles, reconhecer seus saberes e juntos buscarmos novos conhecimentos. Entendendo as etno Matemáticas dos alunos, poderemos gerar momentos felizes e criativos em sala de aula. Utilizando a modelagem, como restabelecimento da relação dialógica entre a teoria e a prática, brincar pode ser considerado como uma das possibilidades de resgate do contexto cultural da criança. O brincar como espaço de criação e de resolução de problemas que tem sentido e significado para a criança.

A utilização dos jogos no ensino da Matemática traz aos alunos a motivação necessária a uma aprendizagem de maneira diferenciada, que transforma a rotina da sala de aula,

propiciando-lhes uma apropriação individual e coletiva dos conteúdos bem mais agradável, eficiente e contínua. Principalmente para aqueles alunos que apresentam maiores dificuldades de aprendizagem e de apreensão de conteúdos através das metodologias tradicionais e/ou utilizadas atualmente no espaço escolar desenvolvendo, para esses, uma melhora da autoestima e atitudes positivas frente a sua aprendizagem.

O desenvolvimento do raciocínio lógico e do pensamento independente, bem como da capacidade e autonomia na resolução de situações problemas diárias, só é possível através do ensino da Matemática se nos propusermos a realizar um trabalho que vá ao encontro da realidade do educando, onde, através de diferentes recursos, propiciarmos um ambiente de construção do conhecimento.

3.2 VISÃO GERAL DA PLATAFORMA SESI MATEMÁTICA

A Plataforma SESI Matemática é composta por 79 jogos online que perfazem uma combinação de até 5.000 desafios que contemplam todo o currículo mínimo do ensino fundamental e médio. Possibilita que professores e alunos possam localizar os conhecimentos matemáticos por conteúdos (aritmético, geométrico, métrico, algébrico, estatístico, combinatório e probabilístico) ou pela possibilidade de sequenciar os conteúdos das conexões que se estabelecem nos conhecimentos já construídos pelos alunos. A Plataforma não se restringe à ideia tradicional de pré-requisito ou de uma sucessão de tópicos estabelecidos a priori (por ano letivo e ou conteúdo que deve ser visto naquele ano), possibilitando desenvolver esses conhecimentos em diferentes níveis de interatividade.

O aluno ao receber a listagem das tarefas que deverá fazer como atividades desenvolvidas em sala de aula ou trabalho extraclasse, poderá escolher o nível de interatividade com o jogo através de níveis (fácil intermediário ou avançado).

Esses procedimentos permitem ao educador trabalhar com alguns dos objetivos do ensino na Matemática: no que diz respeito ao aluno, sentir-se seguro da sua própria capacidade de construir conhecimentos matemáticos e desenvolver a autoestima e a perseverança na busca de soluções. No que diz respeito ao grupo, interagir com seus pares de forma cooperativa

trabalhando coletivamente na busca de soluções para problemas propostos, identificando aspectos consensuais ou não na discussão de um assunto, respeitando o modo de pensar dos colegas e aprendendo com eles.

Embora existam conhecimentos e conteúdos que precedam outros, a hierarquização entre eles não é tão rígida como tradicionalmente é apresentada no ensino. Todos os conteúdos organizados em função de uma conexão (tema), não precisam ser esgotados necessariamente de uma única vez, embora se deva chegar a algum nível de sistematização para que possam ser aplicados em novas situações. Alguns desses conteúdos serão aprofundados posteriormente em outras conexões ampliando a compreensão dos conceitos e procedimentos envolvidos.

A estrutura das funcionalidades da Plataforma SESI Matemática, tais como: visão geral da Plataforma, cadastramento, regras de acesso, montagem de turmas, configuração da escola, proposta dos desafios e jogos, bem como todos os passos necessários para utilização dos jogos educativos digitais, encontra-se no Anexo XX ao final deste trabalho. A Plataforma SESI Matemática é acessada através do link: www.mangahigh.com.br, onde encontram-se também, todas as funcionalidades e exemplos necessários à utilização da Plataforma.

3.2 TRABALHOS RELACIONADOS SOBRE APLICAÇÕES DE JOGOS NO ENSINO DA MATEMÁTICA

No intuito de reforçar o embasamento teórico proposto pelo PCN, foram observados vários resultados de pesquisas e trabalhos com aplicações de jogos no ensino da matemática realizados no Brasil, com o objetivo de observar as práticas existentes que pudessem contribuir para a fundamentação dessa pesquisa.

Em artigo elaborado para o Congresso Brasileiro de Informática aplicada à Educação (CBIE 2014) o autor, Brito (2014), desenvolveu seu trabalho apresentando a recomendação de jogos educacionais no ensino aprendizagem da Matemática, baseado na análise diagnóstica e utilizando como avaliação educacional a TRI, para validar os jogos recomendados na aplicação do sistema junto a turmas de primeiro ano do ensino médio. Buscando despertar, desta forma, um dos objetivos primordiais no processo de ensino e aprendizagem: questionar a realidade,

formulando problemas e tratando de resolvê-los, utilizando para isso pensamento lógico, a criatividade, a intuição, a capacidade de análise crítica, selecionando procedimentos e verificando sua adequação. Gerar a partir da realização deste estudo um novo enfoque do ensino que não se limite à exploração estritamente gradual dos conteúdos e temas da matemática, mas atentando para a resolução de problemas reais, procurando criar um novo caminho no ensino da disciplina tão importante na construção do saber e contribuindo para acabar com os mitos e medos sobre o tema.

Dantas (2013) trabalha com a noção de raciocínio lógico baseado na reflexão crítica e no uso de jogos para desenvolver a capacidade de resolver problemas por parte dos alunos, a partir da presença cada vez maior do raciocínio lógico como exigência na obtenção de vagas profissionais. Isto é, atividades como compreensão e resolução de problemas, senso crítico e planejamento estão ligadas ao raciocínio lógico e nem sempre são estimuladas e desenvolvidas adequadamente ao longo da infância no ensino escolar. O estímulo necessário à aplicação da lógica pode se dar através da inclusão de jogos nos quais são estabelecidos planos, a partir da discussão dos objetivos a serem alcançados, regras definidas e jogadas possíveis. Executar o plano é, então, por em ação a estratégia escolhida para a resolução do problema. Organizando grupos de alunos para gincanas e treinamentos em escolas de Rio Tinto, estado da Paraíba, essas etapas foram percorridas da seguinte maneira: pesquisa de jogos, gincana realizada mensalmente, treinamento e supervisões realizadas quinzenalmente, visando à prática contínua do raciocínio lógico na resolução dos desafios. Desfeitos os grupos, era realizada uma discussão sobre as lições aprendidas e as falhas detectadas ao longo do processo, possibilitando aos alunos a reflexão sobre como os problemas poderiam ser resolvidos de forma mais eficiente e em menos tempo, experiência que se mostrou bastante produtiva e promissora.

Mas o principal trabalho encontrado como referência trata-se de Cazella (2009) em que este apresenta um modelo de sistema de recomendação de jogos baseado em Filtragem colaborativa e competências. O determinado modelo permite que alunos recebam a recomendação de jogos, que são materiais educacionais digitais desenvolvidos de forma modular, de forma automática conforme os interesses do aluno e de acordo com as

competências que se deseja desenvolver dentro de um plano de aula. O protótipo implementado permitiu recomendar conteúdo relevante para os alunos com o objetivo de auxiliá-los no desenvolvimento dessas competências, o que se assemelha ao objetivo do nosso trabalho. O mesmo Cazella (2012) apresenta o desdobramento dessa proposta inicial através da aplicação desse processo em uma turma composta por alunos de dois Programas de Pós-Graduação durante o 2º semestre de 2011 da UNISINOS. Os Sistemas de Recomendação vêm auxiliar o usuário no processo de seleção de conteúdo. Em um sistema típico de filtragem de informação, as pessoas fornecem recomendações como entradas e o sistema as agregam e direcionam para os indivíduos considerados potenciais interessados. O sistema executa a combinação adequada entre as demandas dos usuários e os itens a serem recomendados, que podem ser livros e artigos acadêmicos, no caso específico desse trabalho.

Outro trabalho é o de Paiva (2013). Nele é abordada a criação uma ferramenta de recomendação pedagógica que dê aos professores de cursos baseados na web recomendações pedagógicas geradas por especialistas com base nos resultados da mineração dos dados educacionais dos alunos. Diante da observação do resultado do Brasil no PISA (Programa para Avaliação Internacional de Alunos), que avalia a formação desses indivíduos para o exercício da cidadania, 58º lugar de um total de 75 países avaliados, e do documento publicado pela Sociedade Brasileira de Computação (SBC), Grandes Desafios da Computação 2006 – 2016, Paiva atentou para o problema de como a computação pode ajudar o processo de educação. Mesmo que o ambiente escolar ofereça alguma ferramenta para identificar e apresentar os problemas de cada um dos alunos, o professor não conseguirá, em tempo hábil, analisar essas informações e tomar uma decisão que solucione essas necessidades. Com base nisso surgiram questões de pesquisa: como processar esses dados de modo a extrair deles informações úteis e relevantes? O que fazer com o resultado obtido a partir do processamento desses dados educacionais? Como tornar o processo transparente para os professores? Paiva relata que foi identificada a necessidade de um suporte computacional capaz de auxiliar o professor no processo de tomada de decisões pedagógicas, o que poderia ser feito utilizando técnicas de mineração de dados educacionais cujo objetivo é o de aprimorar os processos de ensino e aprendizagem, com base nos dados provenientes de ambientes educacionais. Utilizando, então, os resultados dessa

mineração por recomendação que sugerirá itens (recursos educacionais) a serem consumidos pelos usuários (os alunos) de acordo com suas necessidades e características [RICCI, 2011]. Por fim isso deveria ser oferecido por meio de uma ferramenta capaz de elidir a complexidade das técnicas utilizadas, não necessitando dos professores conhecimento especializados sobre as mesmas. Esse processo de recomendação pedagógica se deu em quatro etapas: detectar práticas, descobrir padrões, recomendar, monitorar e avaliar. O objetivo da detecção de práticas é identificar se as interações dos alunos, dentro do ambiente de aprendizagem, resultam ou não em progresso individual ou em grupo. A partir da análise desses dados interacionais se descobre padrões relacionados a essas práticas, que por sua vez são analisados por especialistas no domínio pedagógico que criam as recomendações pedagógicas (aulas em diversos formatos de mídia, professores ou tutores, material extra, links externos) a serem disponibilizadas aos professores, que encaminham as mais apropriadas aos alunos e os monitoram avaliando os resultados obtidos, fechando assim o ciclo.

Outro dos casos analisados foi relatado por Alves (2009), em uma experiência que operou uma ligação entre o conteúdo da Matemática e da Língua Portuguesa através da utilização dos jogos. Através de métodos lúdicos os jogos de Matemáticas eram utilizados e era solicitado aos alunos que buscassem o significado das palavras utilizadas no meio matemático, interpretassem os textos dos problemas criados, relatassem suas experiências e conclusões obtidas. De posse dos dados os alunos elaboraram diversos e variados problemas e observou-se que após a aplicação dos jogos os alunos resolveram exercícios com mais facilidade. Mostrando assim que, houve o processo de construção de um novo conceito e elaboração de regras segundo suas próprias conclusões e não apenas com o enunciado do livro. Essa experiência é bastante importante por unir a interpretação do texto na maioria das vezes não compreendidas nas formulações dos problemas matemáticos. Veremos mais adiante na análise dos descritores da Prova Brasil, que esse é um dos maiores problema para alunos do ensino fundamental, a interpretação do texto dos problemas propostos.

Resnick (1998) realizou uma pesquisa em que concluiu que crianças não estão compreendendo o sistema decimal, pois não são capazes de operar mentalmente para

representá-la no papel. O estudo utilizou como metodologia a observação e a realização de entrevista com crianças de 1ª e 2ª séries onde foram dadas a elas contas de somar e subtrair. O resultado é bastante preocupante, pois dentre as crianças que foram utilizadas no experimento apenas uma realizou com sucesso o solicitado.

Podemos concluir que é dever da escola o papel de construir processos de ensino que capacitem a criança a desenvolver e inventar seus próprios métodos de aprendizagem, além dos oferecidos pelo sistema tradicional de ensino.

Outros autores realizaram pesquisas em que demonstraram o efeito positivo da utilização de jogos como método de ensino. Jesus (1999) desenvolveu uma pesquisa onde dividiu uma turma em grupo experimental (utilizando jogos) e grupo de controle (provas e escalas de atitude) e pode constatar que houve diferença significativa no aprendizado do grupo em que foram aplicados jogos no ensino da Matemática. Goodwin (2011) faz um levantamento em seu trabalho de pesquisa para identificar e categorizar a produção acadêmica acerca dos jogos matemáticos nos programas de Pós-Graduação em Educação das universidades brasileiras. Para isto, foi feito um mapeamento de dissertações e teses, através dos resumos disponíveis no banco de dados da CAPES, com temática relativa aos jogos matemáticos. Apresenta em seu trabalho um quadro com todas as pesquisas e teses desenvolvidas e aplicadas no estado de São Paulo entre 1992 a 2008 com esta temática.

Podemos concluir com esse levantamento de casos de utilização de jogos no ensino de Matemática que os jogos constituem uma forma interessante de propor problemas, pois permitem que estes sejam apresentados de modo atrativo e favorecem a criatividade na elaboração de estratégias de resolução e busca de soluções. Propiciando a simulação de situações problema que exigem soluções vivas e imediatas, o que estimula o planejamento das ações. Possibilitam também a construção de uma atitude positiva perante os erros, uma vez que as situações sucedem-se rapidamente e podem ser corrigidas de forma natural, no decorrer da ação, sem deixar marcas negativas.

Na situação de jogo, muitas vezes, o critério de certo ou errado é decidido pelo grupo.

Assim, a prática do debate permite o exercício da argumentação e a organização do pensamento. Os jogos podem contribuir para um trabalho de formação de atitudes, enfrentar desafios, lançar-se à busca de soluções, desenvolvimento da crítica, da intuição, da criação de estratégias e da possibilidade de alterá-las quando o resultado não é satisfatório ou necessário para aprendizagem da Matemática. Para Vygotsky (1979), o brinquedo fornece ampla estrutura básica para mudanças das necessidades e da consciência.

Nos jogos de estratégia (busca de procedimentos para ganhar) parte-se da realização de exemplos práticos (e não da repetição de modelos de procedimentos criados por outros) que levam ao desenvolvimento de habilidades específicas para a resolução de problemas e os modos típicos do pensamento matemático. Grandó (1995), alerta que, essa estratégia deva ser aplicada como um gerador de situações problema que realmente desafiem o aluno na busca de soluções, ou como um desencadeador de uma nova aprendizagem ou ainda na fixação/aplicação de um conceito já desenvolvido.

As atividades de jogos permitem ao professor analisar e avaliar os seguintes aspectos:

- Compreensão: facilidade para entender o processo do jogo assim como o autocontrole e o respeito a si próprio;
- Facilidade: possibilidade de construir uma estratégia vencedora;
- Possibilidade de descrição: capacidade de comunicar o procedimento seguido e da maneira de atuar;
- Estratégia utilizada: capacidade de comparar com as previsões ou hipóteses.

A participação em jogos de grupo também representa uma conquista cognitiva, emocional, moral e social para o estudante e um estímulo para o desenvolvimento de sua competência matemática.

Além de ser um objeto sociocultural em que a Matemática está presente, o jogo é uma atividade natural no desenvolvimento dos processos psicológicos básicos. Supõe um fazer sem

obrigação externa e imposta, embora demande exigências, normas e controle.

4. SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO, TEORIA CLÁSSICA DAS MEDIDAS (TC) E TEORIA DE RESPOSTA AO ITEM (TRI)

Neste Capítulo é feita uma introdução de Sistemas de Recomendação, sua evolução histórica e as pesquisas relevantes da área, suas principais técnicas para aplicação, bem como a identificação dos problemas mais comuns a eles.

“Estranho seria se eu não me apaixonasse por você
O sal viria doce para os novos lábios
Colombo procurou as índias, mas a terra avistou em você
O som que eu ouço são as gírias do seu vocabulário...”

All Star – Nando reis

4.1 SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO

Sistema de recomendação neste trabalho será tratado como sistemas que visam auxiliar o usuário na busca e seleção de conteúdo focado em seu perfil, através da aplicação da análise diagnóstica, funcionando literalmente como filtros de informação. Trabalhos recentes como: (Cazella et al. 2012), já apontam êxito no uso de sistemas de recomendação de jogos baseados em competências para a educação.

Fazendo um levantamento na literatura também encontramos definições clássicas para sistemas de recomendação tais como: Sistemas de recomendação são definidos como sistemas que utilizam as opiniões de uma comunidade de usuários para auxiliar indivíduos desta mesma comunidade a identificarem conteúdos de interesse em um conjunto de opções que poderiam caracterizar uma sobrecarga. Estes sistemas auxiliam no aumento da capacidade e da eficácia deste processo de indicação já bastante conhecido na relação social entre seres humanos (Resnick e Varian, 1997). São, portanto, tecnologias de filtragem de informação personalizadas, usadas para prever os itens que um usuário poderia se interessar. Sistema de recomendação tem sido utilizado por sites de comércio eletrônico, para sugerir produtos a seus clientes, e fornecer informações que auxiliem os mesmos a identificar quais produtos deve consumir (Schafer, 1999). São utilizados na recomendação de produtos, filmes e músicas, ou mesmo para sugerir alternativas para procurar informações em sistemas de busca.

Sistemas de recomendação funcionam como filtragem de informação encaminhando o objeto que melhor atende o aluno frente as suas necessidades de aprendizado. São sistemas que extraem padrões de comportamento dos usuários, com a finalidade de prever quais informações seriam relevantes para os mesmo. A filtragem de informação envolvem tecnologias de consulta e indexação, baseadas na análise de conteúdo do item. Indexar significa examinar coleções de conteúdos e criar uma estrutura de dados que contenha descrições dos itens avaliados. (Foltz, 1992; Herlocker, 2000).

O foco principal deste processo objetiva filtrar os jogos de acordo com as competências que desejamos construir em nossos participantes e que são identificadas através da análise diagnóstica empregada como entrada de dados para o modelo de recomendação. Com isso

podemos identificar o que é relevante para o usuário, eliminando o excesso formado por dados irrelevantes. A identificação de termos relacionados também é fundamental para que não ocorra perda de conteúdos que possam interessar ao usuário. Por exemplo, caso seja solicitada a filtragem de informações relacionadas com o assunto “Potências de números reais”, se faz importante recuperar conteúdos referentes a “Potencias e Números Reais”.

Os sistemas de filtragem de informação são uma ótima solução para os usuários que sabem realmente o conteúdo específico que desejam buscar, porém muita informação pode ser perdida pelo fato do usuário não ter conhecimento de outros conteúdos que também seriam interessantes ou necessários para o ensino aprendizagem daquele assunto especifica, isto é, assuntos relacionados ou que possuam uma ordem de aprendizagem.

4.2.2 Filtragem colaborativa

O termo filtragem colaborativa surgiu com os desenvolvedores do primeiro sistema de recomendação, onde a filtragem colaborativa era referenciada como pessoas colaborando, com avaliações sobre os documentos lidos, com o objetivo de ajudar outras pessoas na filtragem de informação (Resnick et al ,1994). Com isso, a Filtragem Colaborativa se tornou um marco para os sistemas de recomendação, onde os usuários passaram a colaborar com os sistemas para serem beneficiados com recomendações a partir das informações que os próprios usuários forneciam ao ambiente. Segundo os autores, a filtragem colaborativa devia ser tratada como um termo mais geral, como sistema de recomendação, já que quem recebe a recomendação não colabora diretamente com os usuários da comunidade. O fato das recomendações sugerirem itens com interesses particulares para cada usuário reforça esta indicação.

Com o avanço da internet, os que mais se ajustaram a essas técnicas, foram os sistemas de comércio eletrônico, que se apropriaram dos Sistemas de Recomendação com foco na recomendação de produtos que os consumidores pudessem se interessar, e conseqüentemente, comprar. Com isso, os sites de comércio eletrônico tais como: Amazon.com, Ebay.com, Submarino.com.br, dentre outros, vêm sendo um dos principais

responsáveis na evolução de técnicas para recomendar e nas estratégias de apresentação das recomendações.

Neste trabalho assume-se que Sistemas de Recomendação podem auxiliar na indicação de material relevante ao perfil do aluno assim como para Nunes e Cazella, 2012 p.29. Onde se relata que a filtragem colaborativa e a filtragem baseada em conteúdo e suas variações de hibridismo auxiliam na indicação de material relevante ao perfil do aluno, onde esses usuários são peças importantes na alimentação do sistema de recomendação com a utilização dos jogos.

4.2.3 Recomendação baseada em Filtragem por Conteúdo

Nos sistemas de Filtragem de Informação Baseado em Conteúdo apenas as preferências do próprio usuário são utilizadas na filtragem. A aquisição das preferências do usuário nesse tipo de filtragem depende, sobretudo, da descrição dos itens que ele avalia.

O ideal é que a partir do perfil coletado, seja possível a recomendação de itens mais similares aos itens bem avaliados pelo usuário e ao mesmo tempo mais dissimilares dos itens mal avaliados. Para isso, a preferência do usuário frequentemente é usada para construir um perfil contendo indicadores do interesse do usuário sobre determinados tópicos, geralmente representados através de um conjunto de palavras-chaves e pesos associados à relevância do item.

Os sistemas que utilizam apenas filtragem baseada em conteúdo possuem algumas desvantagens relacionadas a esse tipo de filtragem tais como: possibilidades limitadas de representação do conteúdo dos itens; especialização somente no perfil do usuário; forte dependência em relação à quantidade de avaliações realizadas pelo usuário. Uma vez que a única coisa que influencia a qualidade das recomendações são as avaliações do próprio usuário, será determinante o número de avaliações para aprender sobre a preferência do usuário.

4.3 TÉCNICAS DE FILTRAGEM APLICADAS A SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO

A seguir são descritas três técnicas aplicadas a sistemas de recomendação, segundo o autor Herlocker (2000): a filtragem baseada em conteúdo, a filtragem colaborativa e a filtragem híbrida.

4.3.1 Filtragem Baseada em Conteúdo

A filtragem baseada em conteúdo utiliza as descrições de um determinado item, bem qualificado pelo usuário, para recomendar itens similares. Tenta assim, identificar semelhanças pelas diversas características do item (por exemplo, no contexto de filmes, atores específicos, gêneros, diretores, descrição, etc.), para que então, os itens que tiverem maior grau de similaridade, sejam recomendados ao usuário. Esta técnica tem suas raízes na recuperação de informação (Salton, 1989) e filtragem de informação (Baeza-Yates, 1999). Muitos sistemas de recomendação atuais baseados em conteúdo focam na recomendação de informações textuais, como documentos, sites, blogs, fóruns, etc. A melhoria sobre os sistemas tradicionais de recuperação de informação está na utilização do perfil do usuário, tentando recomendar itens que são similares aos que o usuário gostou no passado. O foco desses sistemas é aprender as preferências do usuário e filtrar dentre os novos itens, aqueles que mais se adequem as suas preferências.

Em um sistema baseado no conteúdo, o usuário fornece, de forma implícita ou explícita, suas preferências e restrições, e o sistema cruza estas descrições com os itens contidos em um catálogo. Embora a filtragem baseada no conteúdo venha sendo usada com sucesso em vários domínios, essa técnica apresenta uma série de limitações:

Os atributos geralmente precisam ser manualmente cadastrados para os itens, mesmo com a tecnologia atual. Mídias como som e vídeo apresentam grande dificuldade de serem

analisados automaticamente para extração de atributos. Muitas vezes não é possível definir os atributos manualmente devido a limitações de recursos.

Nas técnicas de filtragem baseadas no conteúdo, apenas são encontrados os itens parecidos com os já conhecidos pelo usuário. Se o usuário não tiver realizado avaliações de itens semelhantes no passado, não será possível a realização da recomendação de novos itens.

Os métodos baseados no conteúdo não são capazes de avaliar as descrições do item quanto a dimensões subjetivas, como qualidade. Por exemplo, em um sistema que faz recomendações de notícias de um jornal, é muito difícil diferenciar um texto mal escrito de um bem escrito, se estes possuírem conteúdos muito semelhantes.

4.3.2 Filtragem Colaborativa

A abordagem da filtragem colaborativa foi proposta para atender pontos que estavam em aberto na filtragem baseada em conteúdo (Herlocker, 2000; Ansari, 2000). A filtragem colaborativa não necessita de conhecimento do conteúdo dos itens. O primeiro sistema criado com esta abordagem foi o Tapestry (Goldberg, 1992) que permitia ao usuário especificar qual tipo de informação iria receber, por exemplo, fazendo uma consulta do tipo: “mostre-me todos os memorandos que uma determinada pessoa considera como importante”. A ideia neste tipo de abordagem é a de que membros de uma comunidade podem ser beneficiados pela experiência de outros, antes de decidir por ler uma dada informação. Esta técnica utiliza informações da base de dados para encontrar pessoas com interesses similares, para assim gerar a recomendação de acordo com os pares.

O perfil de um usuário em um sistema colaborativo consiste tipicamente em um vetor de itens e suas avaliações, sendo constantemente incrementado durante as interações do usuário e o sistema no tempo (Burke, 2002). A filtragem colaborativa apresenta algumas vantagens, como por exemplo, a possibilidade de apresentar aos usuários recomendações automáticas.

Iremos apresentar a seguir algumas técnicas utilizadas no contexto da filtragem colaborativa.

Citamos inicialmente duas técnicas, aquelas baseadas no usuário e baseada em modelo. A primeira conhecida é como baseada no usuário (Shardanand & Maes, 1995; Konstan et al., 1997; Breese et al., 1998; Resnick et al., 1994; Herlocker et al., 1999; Sarwar et al., 2000) e se fundamenta na ideia que uma pessoa pertence a um grupo de indivíduos com interesses similares e como resultado, itens avaliados pelos indivíduos podem ser utilizados como base para recomendar itens.

A segunda, conhecida como baseada em modelo (Shardanand e Maes, 1995; Breese et al., 1998; Aggarwal et al., 1999; Kitts et al., 2000), analisa informações do histórico e perfil do usuário para identificar relações entre um item e outros itens da comunidade. Por exemplo, a compra de um item pode estar relacionada à compra de outro item (ou vários itens), e então essas relações lógicas são utilizadas para criar as regras para recomendação.

As técnicas baseadas em modelo utilizam regras pré-definidas, produzindo recomendações mais rapidamente, no entanto, necessitam de tempo para a criação de regras e as recomendações não têm a mesma qualidade em relação àquelas geradas pelo método baseado no usuário. Ao basear as recomendações nos usuários temos melhores resultados, mas encontramos problemas de escalabilidade, em que a complexidade do processamento aumenta proporcionalmente com cada novo usuário ou item na comunidade.

Outra técnica utilizada no modelo da filtragem colaborativa é a correlação linear. A fórmula da correlação prediz que a avaliação dada por um usuário a um artefato diferirá da avaliação média desse usuário por uma combinação linear de todas as avaliações de todos os usuários para o artefato. Variações dessa abordagem aparecem em Shardanand e Maes (1995), que insere valores de ponto inicial para as correlações, de modo que somente os usuários cuja correlação excede o ponto inicial sejam considerados na combinação linear que prediz a avaliação para o usuário alvo. Esta técnica apresenta algumas desvantagens, sendo a principal o fato de que se dois usuários não avaliarem nenhum item em comum, o método de correlação não consegue calcular similaridades entre eles. Shardanand e Maes (1995) e Resnick et al.,(2000) trabalharam diversas variações de uma técnica baseada na correlação estatística de Pearson considerando as avaliações dos usuários. Desde então esta técnica vem sendo utilizada e melhorada em várias pesquisas.

4.3.3 Filtragem Híbrida

A abordagem da filtragem híbrida procura combinar a filtragem colaborativa e a filtragem baseada em conteúdo visando criar um sistema que possa melhor atender às necessidades do usuário. Essa abordagem é constituída de vantagens proporcionadas pela filtragem colaborativa e pela filtragem baseada em conteúdo, unindo o melhor das duas técnicas e reduzindo as fraquezas de cada uma. Existem diferentes maneiras de combinar as duas técnicas, que podem ser classificadas da seguinte maneira:

1. Desenvolvendo os métodos separadamente e depois combinar as predições;
2. Incorporando algumas características do modelo baseado em conteúdo no modelo colaborativo;
3. Incorporando algumas características do modelo colaborativo no modelo baseado em conteúdo;
4. Construindo um modelo que possua características das duas técnicas ao mesmo tempo.

No presente trabalho, assume-se que o modelo de recomendação objetiva filtrar os jogos de acordo com as competências que necessitam ser construídas, ou que possuem alguma dificuldade de desenvolvimento detectada a partir dos perfis dos alunos resultantes da aplicação da análise diagnóstica. Portanto modelos de recomendações funcionam como filtros de informação encaminhando jogos que melhor auxiliem o aluno frente às necessidades de aprendizagem constatadas. Neste trabalho optou-se pelo modelo de recomendação híbrido, uma vez que emprega a técnica de filtragem colaborativa e a filtragem baseada em conteúdo. Aliada ao diferencial da aplicação da análise diagnóstica que funciona como sua etapa precedente, identificando e selecionando os temas, habilidades e competências a serem desenvolvidos; a recomendação híbrida posteriormente apresenta seus resultados na forma dos jogos online a serem propostos aos alunos. Todo esse processo é finalizado na utilização da teoria de resposta ao item, que assegura o conhecimento dos avanços obtidos e necessários

para o desenvolvimento das escalas de habilidades e competências necessárias aos participantes do estudo, bem como as dificuldades que reapareceram e persistiram ao final.

Os estudantes serão providos de recomendação seguindo três etapas:

- 1- Os estudantes passam pela análise diagnóstica que a partir dos seus resultados selecionará quais os jogos deverão ser utilizados no processo dentro da Plataforma do SESI Matemática. A partir disso, entram na Plataforma para acessar os desafios e jogos recomendados, através do seu login e senha. Após se logarem, terão automaticamente uma lista de tarefas e desafios propostos que devem percorrer no prazo estabelecido pelo professor. Após a utilização de cada desafio e jogo, esses usuários fornecerão seu perfil de avaliação que servirá para o cálculo de similaridade;
- 2- A Filtragem Colaborativa identificará quais os usuários com perfis similares (vizinhos);
- 3- As avaliações dos vizinhos serão combinadas para gerar as recomendações.

O modelo proposto para esse trabalho faz uso de um sistema híbrido de recomendações, empregando filtragens colaborativas e competências. Essas etapas podem ser vistas abaixo, na Figura 1, Descrição do modelo proposto – Capítulo 5.

4.4 ABORDAGEM GERAL SOBRE A TEORIA CLÁSSICA DO TESTE (TCT) E TEORIA DA RESPOSTA AO ITEM (TRI)

Atualmente, em várias áreas do conhecimento, particularmente em avaliação educacional, vem crescendo o interesse na aplicação de técnicas derivadas da TRI, que propõe modelos observando as características do indivíduo que não podem ser observadas diretamente. O que a metodologia sugere são formas de representar a relação entre a probabilidade de um indivíduo dar certa resposta a um item e suas proficiências ou habilidades na área de conhecimento avaliada. Um instrumento poderoso nos processos quantitativos de avaliação educacional, pelo fato de permitir a construção de escalas de habilidade calibradas a

TRI. Os primeiros modelos de resposta ao item surgem na década de 50, e eram modelos em que se considerava uma única habilidade, de um único grupo, e era medida por teste onde os itens eram corrigidos de maneira dicotômica [Pasqualin e Primi (2007)].

O modelo unidimensional de 2 parâmetros baseado na distribuição normal surgiu em 1952 com Lord que após algumas aplicações do modelo sentiu a necessidade da incorporação de um parâmetro que tratasse do problema do acerto casual, bastante importante na utilização dessa análise, visto que, quantifica-se o chute. Assim surge o modelo de 3 parâmetros e em 1968 através de Birnbaum substitui-se em ambos os modelos a função em torno da normal pela função logística, matematicamente mais conveniente, pois é uma função explícita dos parâmetros do item e de habilidade e não envolve integração. Em 1969 Samegima propôs o modelo de resposta gradual que tem o objetivo de obter mais informação das respostas dos indivíduos do que simplesmente se eles deram respostas corretas ou incorretas aos itens.

Atualmente, existem centenas de aplicações e milhares de trabalhos publicados sobre a TRI no mundo. Embora a TRI já tenha uma longa história (PASQUALI, 1996), as primeiras aplicações no Brasil começaram em 1995, segundo Andrade, D. F. e Tavares e Valle (2000), através da pesquisa AVEJU, da Secretaria de Estado da Educação de São Paulo, e continuaram no Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (SARESP) e no Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) do INEP/MEC.

Entretanto, Gatti (1996) considera que a primeira aplicação da TRI foi realizada em 1993 pela Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, porém ela não foi aplicada com toda a sua possibilidade Rev. Bras. Biom., São Paulo, v.28, n.139 4, p.137-170, 2010. Buscava-se uma metodologia mais sofisticada e precisa que permitisse a construção de escalas de habilidade a fim de acompanhar o progresso do conhecimento adquirido ao longo do tempo (ANDRADE, D. F. e TAVARES e VALLE, 2000). Nessas aplicações, a TRI tem mostrado a sua potencialidade no que diz respeito à avaliação educacional, através da construção de uma escala comparável, permitindo o acompanhamento do progresso do conhecimento adquirido pelo aluno ao longo do tempo, como tem sido feito nos países do Primeiro Mundo. A partir de então, cada vez mais institutos de educação têm aderido a TRI para as suas avaliações educacionais, por exemplo, no Sistema Mineiro de Avaliação da Educação Pública – SIMAVE (SOARES, T. M. e GENOVEZ e

GALVÃO, 2005) da Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais e no Projeto GERES (PERRY, 2009), e mais recentemente, no Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM (FERREIRA, F. F. G., 2009) também do INEP/MEC. Embora tenha começado na área de avaliação educacional, a TRI expandiu-se rapidamente para as mais diversas áreas que tem como objetivo a avaliação. No Brasil, tem se buscado obter o mesmo sucesso que a TRI teve e tem nos países do primeiro mundo. O livro “Teoria e Métodos de Medida em Ciência do Comportamento”, organizado pelo professor do Instituto de Psicologia da UNB Luiz Pasquali, foi o primeiro no Brasil a trazer um capítulo sobre a TRI (PASQUALI, 1996). Cerca de 20 páginas apresentaram uma breve introdução ao tema, os modelos logísticos de 1, 2 e 3 parâmetros, ajuste do modelo, e outros detalhes. Entretanto, a primeira obra exclusivamente sobre a TRI foi o livro “Teoria da Resposta ao Item: Conceitos e Aplicações” (ANDRADE, D. F. e TAVARES e VALLE, 2000), dos professores Dalton Francisco de Andrade, do Instituto de Informática e Estatística da UFSC, e Heliton Ribeiro Tavares, do Departamento de Estatística da UFPA, e da estatista da Fundação Carlos Chagas (FCC), Raquel da Cunha Valle, o qual pode ser encontrado na internet para download gratuito. Esse livro apresenta, em 164 páginas, os principais modelos utilizados na TRI, os principais métodos de estimação, o conceito de equalização, construção e interpretação de escalas de habilidade, e aplicações práticas para a avaliação educacional. Outros livros sobre TRI ou com capítulos sobre TRI foram posteriormente lançados no Brasil (ANDRIOLA, 2004; NUNES, C. H. S. S. e PRIMI, 2009; PASQUALI, 2007; PRIMI, 2007; PRIMI e ALMEIDA, 2001; URBINA, 2007; VENDRAMINI, 2002; ZIVIANI e PRIMI, 2005). Como a TRI entrou no Brasil com o objetivo de aprimorar as avaliações educacionais, e considerando a sua aplicação atual no ENEM, não é de se admirar que a maior parte das aplicações tenha sido realizada na área de avaliação educacional.

Nos últimos 20 anos, a TRI vem sendo amplamente difundida como um sistema de medição que se faz pertinente em diversas áreas e saberes e, principalmente, na avaliação educacional. O Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), vem utilizando a TRI desde 1995, por se tratar de uma avaliação em larga escala a metodologia dessa teoria possibilita o melhor conhecimento do desempenho dos estudantes e das variáveis suscetíveis nesse contexto. São realizados estudos com os dados do Sistema Nacional de

Avaliação da Educação Básica (SAEB) desde 1995 no intuito de estimar o acerto ao acaso e calcular a probabilidade de um sujeito acertar um determinado item e ainda estimar a habilidade latente necessária para a resolução de problemas.

Vem crescendo o interesse e aplicação de técnicas derivadas da TRI, que propõe modelos para os traços latentes, ou seja, as habilidades do indivíduo necessárias para o sucesso na resposta ao item. Dessa maneira, a TRI considera que as estimativas dos traços latentes são dependentes das respostas dos sujeitos e das propriedades componentes do item. Assim, a teoria do traço latente indica um modelo que se pode expressar, por meio de fórmulas matemáticas, a relação aparente entre variáveis hipotéticas e variáveis observadas, que levam o nome de traços latentes. Os itens de um teste, por exemplo, podem ser considerados variáveis observáveis e, quando se conhece suas características, estas se constantes na equação e, dessa maneira, solucionáveis.

As habilidades (traços latentes), consideradas necessárias para o sucesso na resposta a um determinado item, não são passíveis de observação direta, mas podem ser objeto de inferências por meio do comportamento do sujeito diante de problemas ou situações apresentados com essa finalidade. Esse tipo de variável deve ser inferida a partir da observação de variáveis secundárias que estejam relacionadas a ela. O que a metodologia sugere são formas de representar a relação entre a probabilidade de um indivíduo dar determinada resposta a um item e seus traços latentes, proficiências ou habilidades na área do conhecimento avaliada. Um de suas grandes vantagens sobre a Teoria Clássica é que ela nos permite fazer comparações entre populações, seguindo algumas regras necessárias como ter sido submetido a provas que tenham itens comuns, ou ainda a comparação entre indivíduos da mesma população que tenham sido submetidos a provas diferentes, por exemplo. Dessa maneira a TRI considera que as estimativas dos traços latentes são dependentes das respostas dos sujeitos e das propriedades componentes dos itens e a partir deste ponto torna-se possível estimar o nível do traço latente e assim compreender as características dos itens respondidos pelo sujeito. Isso se deve por ser uma das características da TRI é que ela tem como elementos centrais os itens e não a prova como um todo.

Assim, várias questões de interesse prático na área de Educação podem ser respondidas,

como por exemplo: avaliar o desempenho de uma determinada série de um ano para outro ou comparar o desempenho entre escolas públicas e particulares.

O principal objetivo da TRI é a construção de escalas para traços latentes através da análise das respostas a itens que podem refletir tanto aspectos de personalidade ou atitude, quanto níveis de desempenho ou habilidade. Em todos os modelos de TRI a hipótese básica é a de que as respostas aos itens contêm informação sobre o traço latente a ser medido. Com isso, a TRI é usada em estudos como opinião, sucesso e traços de personalidade e em pesquisas educacionais. Conforme consulta à literatura, optamos por localizar os cálculos concernentes à utilização da Teoria Clássica para etapas da filtragem colaborativa, correlacionar usuários, filtrar vizinhos, cálculo de predição, previsão de avaliação e recomendação estão em anexo no final da tese. Nos últimos 20 anos, a TRI vem sendo amplamente difundida como um sistema de medição que se faz pertinente em diversas áreas e saberes e, principalmente, na avaliação educacional. O Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), vem utilizando a TRI desde 1995, por se tratar de uma avaliação em larga escala a metodologia dessa teoria possibilita o melhor conhecimento do desempenho dos estudantes e das variáveis suscetíveis nesse contexto. São realizados estudos com os dados do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB) desde 1995 no intuito de estimar o acerto ao acaso e calcular a probabilidade de um sujeito acertar um determinado item e ainda estimar a habilidade latente necessária para a resolução de problemas.

É também comum verificar-se que em processos avaliativos cuja finalidade é a seleção de candidatos ou verificação de aprendizagem são utilizados resultados obtidos em “provas” (instrumentos avaliativos de desempenho), expressos apenas por seus escores brutos ou padronizados. Isso significa dizer que, por exemplo, quanto maior a “nota” do respondente em uma prova, melhor sua classificação fato que, por se tratar de instrumentos avaliativos de medição de desempenho, não refletem o todo da referida “prova”, tão pouco o grau/índice de conhecimento do respondente sobre os temas investigados. Estatisticamente esse procedimento se caracteriza em análises e interpretações, sempre associadas ao grau obtido pelo examinado e não a um item (questão) em particular. Em termos específicos as análises e interpretações estão sempre associadas à prova como um todo; pressuposto característico da

Teoria Clássica, conforme descrito por Vianna: "...contudo, uma característica dessa teoria consiste no fato da análise psicométrica do construto ter por ênfase o instrumento de medição (prova) como um todo e não o item" (Vianna (1973) e Gulliksen (1967)). Disto decorre que torna-se inviável a comparação entre respondentes que não foram submetidos às mesmas provas, ou pelo menos, ao que se denomina de formas paralelas de testes.

Assim procedendo, buscando-se medidas avaliativas em instrumentos de medição de desempenho, muitas questões em Educação, cujo teor avaliativo investiga aquisição qualitativa de conhecimentos, permanecem sem respostas. Pleiteando um significativo avanço, em termos estatísticos, vislumbra-se a Teoria da Resposta ao Item (TRI) como uma metodologia de melhor validação de análises das respostas, haja vista a já citada questão da investigação qualitativa de conhecimentos, onde, parte-se do pressuposto que os itens constitutivos do instrumento avaliativo assumem a característica de "elementos centrais da análise", quebrando o paradigma observado em análises da Teoria Clássica (TC), cuja centralização faz referência a "prova" como um todo (Valle, 1999, p.01).

Assumindo este pressuposto de validação aos itens como elementos centrais da análise, pode-se, por exemplo, comparar populações (grupos de respondentes) submetidas a provas diferentes, considerando instrumentos investigativos que venham a abranger os mesmos temas, ou seja, que ocorram semelhanças em suas características estruturantes em termos do conteúdo a ser avaliado. Segundo Andrade (2000, p.3-5) outra comparação possível com a utilização da TRI é aquela entre respondentes de mesmo grupo, em "provas" totalmente diferentes. Em termos práticos, suponha comparar os níveis de conhecimento entre alunos de duas séries distintas (1ª e 3ª séries do ensino médio, por exemplo). Na TC essa comparação somente será possível caso seja aplicada a mesma prova para as duas turmas (dois grupos de respondentes). Na TRI, são necessárias apenas algumas questões em comum nas provas aplicadas às duas séries. É também, possível, por exemplo, avaliar o desenvolvimento de uma determinada série de um ano para outro, ou ainda, comparar o desempenho entre escolas públicas e privadas. Assim, várias questões de interesse prático na área da educação podem ser respondidas com a utilização da TRI, trazendo um pouco mais de informação.

Os processos avaliativos educacionais, cuja finalidade é obter resultados classificatórios podem vir a ser, por meio da TRI, compreendidos mais em termos qualitativos, do que, como o são tradicionalmente contextualizados, em termos quantitativos, mesmo porque, o reflexo de tais análises deve ser entendido como a estimação de parâmetros de investigação. E não pura e simplesmente como uma escala, como se pudéssemos fragmentar o respondente em partes iguais de zero a dez, por exemplo. A TRI constitui-se, portanto, em um instrumento poderoso de análise e interpretação, que ao propor modelos para os traços latentes (características que o respondente já traz com ele, e que não podem ser observadas diretamente), realiza observações de variáveis secundárias, relacionadas a estes.

A TRI propõe modelos de variáveis latentes para representar a relação entre a probabilidade de um respondente apresentar determinada resposta a um item e seus traços latentes ou proficiências na área do conhecimento avaliada, permitir, inclusive, a construção de escalas de proficiências calibradas, ou seja, permite analisar as interações entre os respondentes e os itens. “... talvez o aspecto mais importante da nova teoria é a promessa de fornecer medidas invariantes do desempenho cognitivo, que não dependem dos itens que compõem a prova ou das pessoas investigadas na amostra...”. A calibração fornece a cada item, parâmetros que caracterizam suas qualidades técnicas, independentes da população investigada. “...Sendo invariantes, eles não dependem da amostra selecionada para fins de calibração. Sendo invariantes, podem ser aplicados a qualquer outra população, proporcionando resultados na mesma escala de proficiência” (Fletcher 1994, p.24).

A interpretação qualitativa sobre instrumentos de avaliação quantitativa tem se tornado cada vez mais necessária no contexto educacional, principalmente em termos de Brasil, onde este tipo de abordagem de validações qualitativas sobre instrumentos tradicionalmente quantitativos há pouco vem sendo implantada. Deste modo, a TRI avança sobremaneira há interpretação estatística, pois propicia novas condições de análises em direção à consolidação do conceito de “qualidade” em se tratando do processo de ensino e aprendizagem.

Pode-se entender por traço latente ou competências cognitivas as diferentes modalidades estruturais da inteligência que compreendem determinadas operações que o indivíduo utiliza para estabelecer relações com e entre os objetos físicos, conceitos, situações, fenômenos e

peessoas. As habilidades instrumentais referem-se especificamente ao plano do saber fazer e decorrem, diretamente, do nível estrutural das competências já adquiridas e que se transformam em habilidades. Isto é, a "capacidade de agir eficazmente em um determinado tipo de situação, apoiando-se em conhecimentos, mas sem se limitar a eles" (Perrenoud, 1999).

4.4.1 Teoria Clássica dos Testes (TCT)

A Teoria Clássica dos Testes (TCT) foi o principal fundamento para as teorias de medição estatística até recentemente e ainda é uma referência importante. O objetivo desta teoria é modelar o resultado de testes formados por vários itens, com a hipótese da existência de uma característica individual latente, constante no indivíduo, mas variando dentro do grupo ou população. Esta característica, o traço latente, é denominado escore verdadeiro e é considerada uma constante para cada indivíduo, mas uma variável aleatória ao nível da população. Na TCT ela é usualmente representada pela letra T, na Teoria da Resposta ao Item (TRI) pela letra grega θ .

O resultado obtido por um indivíduo em determinado teste, ou seja, o número de respostas corretas é denominado de escore observado. É considerada uma variável aleatória não só na população (que varia entre os indivíduos da população), mas também uma variável aleatória no indivíduo (varia na pessoa com administrações repetidas do mesmo teste), e será representada por X.

A relação entre o escore verdadeiro e o escore observado implica que, se fosse possível observar o resultado de um indivíduo no mesmo teste (os testes parecidos) em diferentes oportunidades, o escore observado poderia variar, porém, o escore verdadeiro do indivíduo se manteria idêntico.

O modelo da TCT supõe que a relação entre o escore verdadeiro e o observado é linear e pode ser representado como:

$$\text{Escore observado} = \text{Escore verdadeiro} + \text{erro} \quad ,$$

Onde o erro definido pela equação é uma variável aleatória, representada por e , que segundo as hipóteses da TCT deve ser normalmente distribuído, ter média nula, não ser correlacionado com o escore verdadeiro da população e os erros de medições distintas devem ter correlação nula na população.

Se chamarmos de X_j o escore observado obtido pelo indivíduo j e de T_j o seu escore verdadeiro, então a equação fundamental da TCT pode ser escrita como:

$$X_j = T_j + e_j \quad .$$

O foco principal da TCT é obter informações sobre o traço verdadeiro do indivíduo a partir dos resultados observados no teste.

Usualmente, quando desejamos medir a proficiência de um aluno em determinada área do conhecimento, fazemos uso do escore (número de acertos) do aluno em um teste com um determinado número de itens (questões). Esta é a forma de avaliação conhecida como Teoria Clássica dos Testes (TCT) e apresenta algumas limitações como veremos a seguir.

A TCT, por ser tratar de modelo que é intrinsecamente dependente do objeto medido, limitava o campo de trabalho e apresenta alguns problemas como instrumento de medida, que são relatadas por alguns autores assinalando argumentos como, por exemplo:

Segundo Pasquali & Primi (2007) p. 11. Um instrumento de medida, na sua função de medir, não pode ser seriamente afetado pelo objeto de medida. Na extensão em que sua função de medir for assim afetada, a validade do instrumento é prejudicada ou limitada. Dentro dos limites de objetos para os quais o instrumento de medida foi produzido, sua função deve ser independente com respeito à medida do objeto.

4.4.2 Vantagens da TRI sobre a TCT

A TRI se desenvolveu tendo como um dos objetivos suprir deficiências da Teoria Clássica. Embora a TRI não entre em contradição com os princípios da Teoria Clássica, ela traz uma nova proposta de análise centrada nos itens que supera as principais limitações da Teoria Clássica [Muniz (1994); Hambleton et al. (1978)], além de apresentar novos recursos

tecnológicos para a avaliação [Nunes & Primi (2005)] . Vale ressaltar que a TRI não veio para substituir toda a Teoria Clássica, mas apenas parte dela, particularmente na análise dos itens e no tema da fidedignidade da medida. Hambleton et al. (1991) apresentam cinco grandes avanços que a TRI trouxe sobre a Teoria Clássica:

1. O cálculo do nível de habilidade do sujeito: Na Teoria Clássica, o escore do sujeito dependia e variava segundo o teste aplicado fosse mais fácil ou mais difícil, ou produzisse maiores ou menores erros. Assim, tais escores não eram comparáveis. Já na TRI, esse cálculo independe da amostra de itens utilizados, ou seja, a habilidade do sujeito é independente do teste.

2. O cálculo dos parâmetros dos itens (dificuldade e discriminação): Na Teoria Clássica, os parâmetros dos itens dependiam muito dos sujeitos amostrados possuírem maior ou menor habilidade. Já na TRI, esse cálculo independe da amostra de sujeitos utilizada, ou seja, os parâmetros dos itens são independentes dos sujeitos.

3. A TRI permite emparelhar itens com a habilidade do sujeito, ou seja, avalia a habilidade, utilizando itens com dificuldade tal que se situam em torno do tamanho da habilidade do sujeito, sendo assim possível utilizar itens mais fáceis para sujeitos com habilidades inferiores e itens mais difíceis para indivíduos mais aptos, produzindo escores comparáveis em ambos os casos. Já na Teoria Clássica, sempre é aplicado o mesmo teste para todos os sujeitos, de maneira que, se o teste fosse fácil, avaliaria bem sujeitos de habilidade menor e mal, indivíduos de habilidade superior e, se o teste fosse difícil, faria o contrário.

4. A TRI constitui um modelo que não precisa fazer suposições que aparentam serem improváveis, tais como os erros de medida serem iguais para todos os testados, como faz a Teoria Clássica.

5. A TRI não precisa trabalhar com testes estritamente paralelos, que é um teste funcional para determinar se o processamento e os resultados de uma nova versão da aplicação são consistentes com o processamento e resultados da antiga versão da aplicação, como exige a Teoria clássica.

Para a análise de dados, usamos nesse estudo a TRI, e foram consideradas as respostas dos participantes a uma das cinco alternativas de cada questão. Indicadas as respostas corretas,

os dados foram transformados em itens do tipo: certo ou errado (itens dicotômicos) e analisados com o auxílio de programas computacionais específicos no SPSS e no software R versão 3.0.2.

Os resultados foram equalizados e apresentados no formato de régua, isto é, na TRI a habilidade das pessoas (θ), é colocada na mesma escala da dificuldade da questões (equalização). Assim ao analisarmos a mesma métrica para a habilidade dos testados e para a dificuldade das questões, podemos comparar e visualizar graficamente as probabilidades de acerto da questão. Vejamos como exemplo, na Figura 1, o estudante “Joãozinho” e a imaginária questão 7 na escala de habilidade (θ):

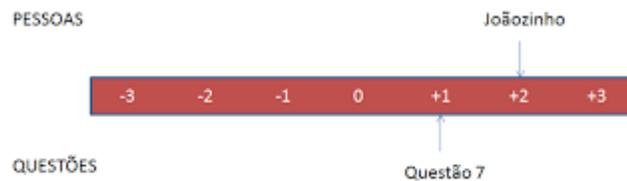


Figura 1 Régua equalizada Probabilidade Maior de Acerto

No exemplo acima, como o θ de Joãozinho (2,0) é maior que o θ da questão 7 (1,0) a probabilidade de que Joãozinho acerte a questão 7 é maior que 50%.

Para a questão 8 fictícia abaixo, o θ é de 3,0, como é possível observar na Figura 2.

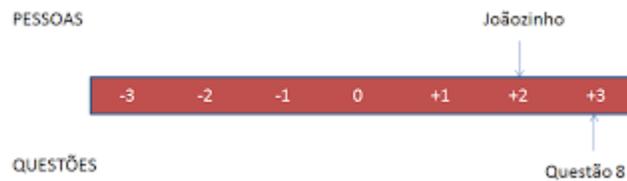


Figura 2 Régua Equalizada Probabilidade Menor de Acerto

Nesse caso, o θ de Joãozinho (2,0) é menor que o θ da questão 8 (3,0), a probabilidade de que ele acerte essa questão é menor que 50% e quando for igual o θ da questão e do participante a probabilidade seria igual a 50%.

Quando se pretende comparar desempenhos de alunos submetidos a provas diferentes, isso ocorre devido à dependência que existe entre a avaliação das características do teste e a amostra de respondentes. O índice de discriminação (grau com que o item diferencia pessoas com níveis distintos de proficiência) e a grau de dificuldade do item dependem fundamentalmente do grupo de respondentes, ou seja, o item discrimina mais ou menos, ou é mais ou menos difícil de acordo com o grupo de respondentes. Um grupo de pessoas com menos proficiência submetido a um teste fácil pode obter como resultado um mesmo escore que um grupo de indivíduos de maior proficiência submetidos a um teste difícil. A comparação dos percentuais de acerto indicará que os grupos possuem a mesma proficiência, sendo que na verdade os grupos possuem proficiências diferentes.

A dificuldade do teste varia de acordo com a amostra utilizada, ou seja, um item pode se tornar mais fácil ou mais difícil para uma dada população e entraves nos seguintes requisitos: discriminação do item, fidedignidade de testes e aos erros de medida.

Portanto, para contornar estas dificuldades e também para permitir uma medida mais apropriada da proficiência do aluno e resolver os problemas que não encontram uma boa solução dentro da TCT, foi desenvolvida a Teoria de Resposta ao Item (TRI), cujo foco principal é o item e não o teste como um todo. Dentro do contexto da TRI, as características dos itens e dos testes são estimadas independentemente das proficiências dos alunos e vice versa. A TRI apresenta-se como um modelo com pressupostos mais fortes e desenvolvidos no sentido de suprir a teoria clássica, permitindo uma avaliação mais precisa e rigorosa que por sua vez resulta em uma intervenção eficaz. Um dos diferenciais mais importantes refere-se ao processo de identificação e da relação entre as propriedades dos itens e das pessoas, tendo como pontos de partida modelos probabilísticos. Essa principal característica de acordo com Nunes e Primi (2009), é que proporciona ao modelo o termo 'teoria', uma vez que, diante de dados empíricos,

que são as respostas dadas por um grupo de pessoas a um conjunto de itens, é construído um modelo que tenta explica a relação ente eles.

Segundo J. Muñiz (2010), a TRI permite uma avaliação mais precisa e rigorosa que, por sua vez, resulta em uma intervenção eficaz. E segundo o autor, as principais diferenças entre a TCT e a TRI podem ser destacadas na Tabela 1.

Aspectos	Teoria Clássica	Teoria de Resposta ao Item
Pressupostos	Fracos	Fortes
Invariância da Medição	Não	Sim
Invariância das propriedades do teste	Não	Sim
Ênfase	No Teste	No Item
Relação item-teste	Indeterminada	Curva característica do Item
Descrição dos Itens	Índices de dificuldades e de discriminação	Parâmetros a, b, c
Erros de medida	Erros típicos de medida comum para toda amostra	Em função da informação (varia segundo o nível de aptidão)

Fonte: Adaptado de J. Muñiz (2010)

Tabela 1: Diferenças entre a Teoria Clássica e a teoria de Resposta ao Item

5. MODELO DE RECOMENDAÇÃO PROPOSTO

Neste capítulo apresentamos o modelo de recomendação para filtrar informações relevantes para o estudante e a partir destas selecionar jogos mais apropriados de acordo com as competências a serem desenvolvidas.

“Devia ter complicado menos
Trabalhado menos
Ter visto o sol se pôr
Devia ter me importado menos
Com problemas pequenos
Ter morrido de amor...”

Epitáfio - Titãs

5. DESCRIÇÃO DA PROPOSTA

Nosso objetivo principal é empregar um modelo de recomendação para filtrar informações relevantes para o estudante e a partir destas selecionar jogos educacionais mais apropriados às competências a serem desenvolvidas, por tema ou conteúdo, no ensino da Matemática, respeitando a Matriz de Referência proposta pelo MEC :

*“Em **Matemática** (com foco na resolução de problemas) são **avaliadas habilidades e competências** definidas em unidades chamadas **descritores**, agrupadas em **temas** que compõem a **Matriz de Referência** dessa disciplina. As matrizes de Matemática da Prova Brasil e do Saeb estão estruturadas em duas dimensões. Na primeira dimensão, que é “objeto do conhecimento”, foram elencados seis tópicos, relacionados a habilidades desenvolvidas pelos estudantes. A segunda dimensão da matriz de Matemática refere se às “competências” desenvolvidas pelos estudantes. E dentro desta perspectiva, foram elaborados descritores específicos para cada um dos quatro tópicos”.*

(PCN, 1998)

Na matriz de referência os conteúdos são classificados por temas ou áreas de conhecimento, seguindo a ordem de classificação abaixo:

- Espaço e forma (campo da Geometria);
- Grandezas e medidas (campo da Aritmética, da Álgebra, da Geometria e de outros campos do conhecimento);
- Números e operações algébricas (campo da Aritmética e da Álgebra);
- Tratamento da informação (aprender a lidar com dados estatísticos, tabelas e gráficos e a raciocinar utilizando ideias relativas à probabilidade e combinatória, com o intuito de despertar um olhar mais atento para nossa sociedade).

A proposta do presente trabalho permite que sejam oferecidos aos alunos, através da

Plataforma SESI Matemática, jogos educacionais de forma automática através de um modelo de recomendação, conforme interesses, necessidades, deficiências e particularidades de cada aluno e de acordo com as competências e habilidades a serem desenvolvidas dentro de um conteúdo específico.

Este trabalho permite recomendar conteúdo relevante para os alunos com o intuito de promover o desenvolvimento destas habilidades e competências, bem como agir na promoção, apropriação e construção dos conteúdos matemáticos necessários a cada participante.

5.1 DESCRIÇÃO DO MODELO

Nesta seção serão apresentadas as etapas envolvidas no modelo proposto para o modelo de recomendação de jogos no ensino da matemática. Na Figura 1 é apresentado o modelo e o seu funcionamento será descrito a seguir. Conforme podemos observar, o modelo compõe-se da Identificação (1): nessa etapa será desenvolvida uma Análise diagnóstica, com a aplicação de uma prova inicial para identificação dos perfis e dois grupos de objetos para o estudo, sendo o primeiro sanar dificuldades encontradas e o segundo desenvolver habilidades e competências; Módulo de Recomendação (2): trabalha com os resultados encontrados na Análise diagnóstica para selecionar os conteúdos específicos e indicar os respectivos jogos educacionais que deverão ser oferecidos a cada aluno envolvido no processo, de acordo com suas necessidades, dificuldades e potencialidades; Aplicação (3): agendamento na Plataforma SESI Matemática dos jogos educacionais específicos a cada aluno, de acordo com o resultado de sua análise diagnóstica e a identificação do seu perfil cognitivo; Em seguida, há a Avaliação das Recomendações: coleta os resultados das avaliações dos alunos após a utilização dos itens recomendados; Por fim, a Avaliação e Monitoramento dos Resultados (4): verifica os resultados das avaliações dos alunos, promovendo uma análise do aproveitamento e eficácia dos jogos educacionais oferecidos na Plataforma, que poderão ser aproveitados para futuras recomendações a alunos com perfis semelhantes.

Modelo Proposto:

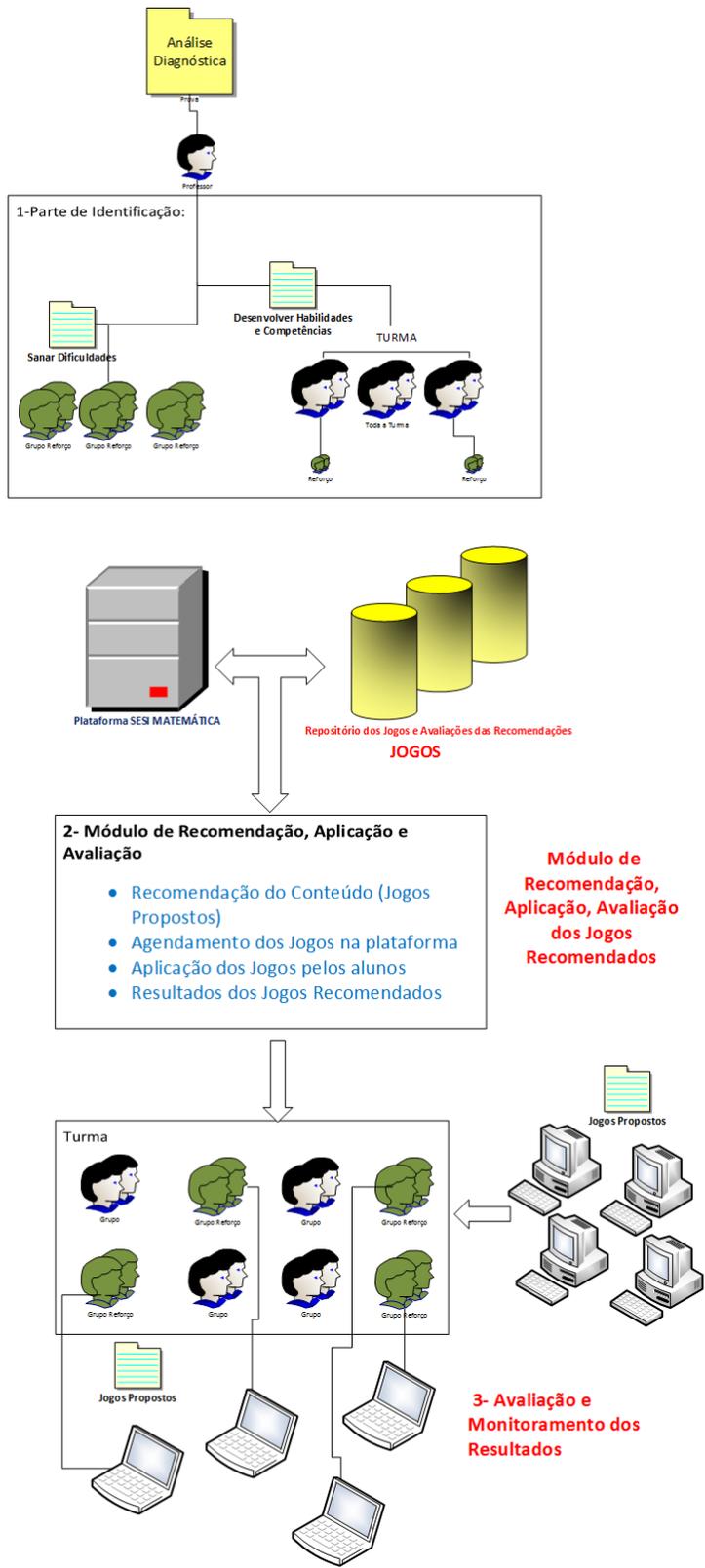


Figura 3: Modelo Proposto

5. ANÁLISE DIAGNÓSTICA

As questões apresentadas na análise diagnóstica foram elaboradas por professores indicados pelo Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada (IMPA). A abordagem foi baseada nas habilidades e competências que estão nos currículos das unidades da Federação e nos Parâmetros Curriculares Nacionais. E foram aplicadas ao 1º ano do Ensino Médio. A avaliação é composta por 15 questões concernentes a toda a estrutura de descritores que compõem a matriz de habilidades e competências e tem por objetivo identificar dificuldades de aprendizagem do educando e suas possíveis causas objetivando orientar futuras ações de solução a esses problemas. Após a aplicação da prova, os dados são processados e as respostas de cada questão analisadas gerando as recomendações necessárias dos jogos que cada estudante deverá utilizar para a seleção dos conteúdos que serão trabalhadas pelo professor. Todas as recomendações são agendadas e inseridas dentro da Plataforma, onde cada estudante tem acesso às recomendações dos jogos educacionais. A análise diagnóstica foi separada em cinco grupos, segundo as habilidades e competências (Tabela 2). Optamos por trabalhar com os Grupos: 1 e 5 nos resultados desse trabalho por representarem um alto percentual do índice significativo na amostra.

Grupos	Habilidades e Competências					
Grupo 1: Números Reais – Questões: 1, 3, 5 e 6.	Resolver problemas utilizando as operações fundamentais no conjunto dos números reais.	Reconhecer e diferenciar números decimais finitos ou infinitos, periódicos e não periódicos.	Ordenar e comparar números reais	Identificar a localização de números reais na reta numérica.		
Grupo 2: Conjuntos – Questões: 2, 4, 12 e 14.	Compreender a noção de conjunto.	Utilizar a simbologia matemática para compreender proposições e enunciados.	Resolver problemas significativos envolvendo operações com conjuntos.	Reconhecer e diferenciar os conjuntos numéricos.	Identificar a localização de números reais na reta numérica.	Utilizar a representação de números reais na reta para resolver problemas e representar subconjuntos dos números reais.
Grupo 3: Estudo de Funções – Questões: 7 e 9.	Compreender o conceito de função através da dependência entre variáveis.	Identificar a expressão algébrica que expressa uma regularidade ou padrão.	Representar pares ordenados no plano cartesiano.	Construir gráficos de funções utilizando tabelas de pares ordenados.	Analisar gráficos de funções (crescimento, decrescimento, zeros, variação do sinal).	
Grupo 4: Função polinomial do 1.º grau – Questões: 8, 10, 13 e 15.	Identificar uma função polinomial do 1.º grau.	Utilizar a função polinomial do 1.º grau para resolver problemas significativos.	Identificar a função linear com o conceito de grandezas proporcionais.	Representar graficamente uma função do 1.º grau.	Compreender o significado dos coeficientes de uma função do 1.º grau.	Identificar uma função do 1.º grau descrita através do seu gráfico cartesiano.
Grupo 5: Razões Trigonométricas no triângulo retângulo – Questão: 11.	Utilizar as razões trigonométricas para calcular o valor do seno, cosseno e tangente, dos ângulos de 30°, 45° e 60°.	Resolver problemas do cotidiano envolvendo as razões trigonométricas.	Utilizar os teoremas do seno e do cosseno para resolver problemas significativos.			

Tabela 2: Análise diagnóstica por Grupos, Habilidades e Competências.

A análise diagnóstica tem como objetivo principal permitir que alunos recebam recomendações de forma automática, conforme seu interesse ou necessidade, e de acordo com as competências que devem ser desenvolvidas dentro de um plano de aula, relevante a sanar dificuldades encontradas em cada aluno, selecionando OA apropriados ao desenvolvimento de habilidades e competências.

Após a aplicação da prova, os dados são processados e as respostas de cada questão analisadas, gerando o resultado em cinco grupos segundo as seguintes habilidades e competências. Optamos por trabalhar com os alunos dos grupos 1 e 5 pelo fato de apresentarem o maior percentual de erro na mostra.

6. EXPERIMENTOS: ESTUDO DE CASO E RESULTADOS OBTIDOS

Neste capítulo são descritos os estudos realizados na verificação e viabilidade do modelo proposto.

Em cada Estudo é feita uma descrição da metodologia aplicada, os métodos de investigação utilizados e a interpretação dos resultados obtidos.

“Até bem cedo
Esperei pelo telefonema
Tapando com peneira
O sol que vai nascendo...”

Pros Que estão em Casa

Hojerizah

6.1 EXPERIMENTOS

O campo de atuação desta pesquisa se dá na Plataforma do Programa SESI Matemática, uma iniciativa da Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN), por meio do Serviço Social da Indústria (SESI RJ), que tem como proposta a melhoria do ensino da Matemática entre os estudantes do ensino médio de todo o país, começando pelo estado do Rio de Janeiro. A Plataforma SESI Matemática é composta por 79 jogos e desafios que perfazem uma combinação de até 5.000 desafios que contemplam todo o currículo mínimo do ensino fundamental e médio (Programa SESI Matemática, 2012). Esta ferramenta torna possível que professores e alunos identifiquem os conhecimentos matemáticos por conteúdos (aritmético, geométrico, métrico, algébrico, estatístico, combinatório e probabilístico) ou pela possibilidade de sequenciar os conteúdos das conexões que se estabelecem nos conhecimentos já construídos pelos alunos, não se restringindo à ideia tradicional de pré-requisito ou de uma sucessão de tópicos estabelecidos a priori (por ano letivo e ou conteúdo que deve ser visto naquele ano), possibilitando desenvolver esses conhecimentos em diferentes níveis de interatividade.

O principal objetivo desses experimentos é refletir sobre como é possível utilizar os jogos no ensino da Matemática para torná-lo mais atraente e contextualizado aos jovens, implicando assim num melhor desenvolvimento de competências e habilidades e nas relações destes alunos com a disciplina. Neste trabalho busca-se alcançar este objetivo a partir do desenvolvimento do uso de recomendação que faz a interface entre a Plataforma do Programa SESI Matemática e as ferramentas de aprendizagem, utilizando a análise diagnóstica como ferramenta. Nosso objetivo final é testar a aplicação de uma metodologia que associa práticas educacionais modernas à tecnologia visando à quebra de resistência e antigos preconceitos de estudantes e professores com relação ao processo de ensino aprendizagem da matemática e assim contribuir na formação de jovens habilitados a possuir uma visão crítica de seu próprio processo de aprendizagem e da importância da matemática em processos do cotidiano, bem como um raciocínio lógico aprimorado na resolução de problemas matemáticos dentro e fora do contexto escolar.

Para a realização deste trabalho foram executados dois estudos de fundamental importância para a validação do modelo proposto. O primeiro teve como objetivo validar a análise diagnóstica com uma prova inicial e a realização do pré-teste, além de testar os parâmetros necessários às análises do modelo utilizado com a Teoria de Resposta ao Item; o segundo verificar se o uso da recomendação de jogos possibilitou avanço cognitivo e de habilidades para os alunos. Para tanto usamos a verificação numa régua numérica, denominada neste trabalho régua de resultados, que apresenta visualmente a equalização entre as habilidades dos alunos e o nível de dificuldade das questões, deste modo nos permitindo comparar as possibilidades de acerto dessas questões. Ainda neste segundo estudo são realizadas as análises diagnóstica pré e pós, consistindo a primeira na prova aplicada aos alunos após a obtenção dos resultados no primeiro estudo e a última na prova realizada após a recomendação dos jogos a partir do diagnóstico de dificuldades obtidos na primeira prova.

Esta proposta de trabalho utilizou quatro eixos principais: o ensino da Matemática, cuja amostra considera alunos do 1º ano do ensino médio, análise diagnóstica de habilidades e competências de acordo com a elaboração do Parâmetro Curricular Nacional para o ensino da Matemática do Ministério da Educação (MEC), o uso de recomendações que selecionou os jogos de acordo com as habilidades e competências de cada aluno e a Teoria de Resposta ao Item (TRI) como avaliação educacional dos resultados obtidos na recomendação dos jogos selecionados a cada aluno.

A utilização de jogos propostos engloba, em nossa concepção, uma interação entre os alunos, independente do nível de habilidades alcançado por cada um. Nosso objetivo é que os alunos não sejam divididos entre “grupos de deficientes” e ou “avançado”, mas que possam interagir no momento da utilização dos jogos, propiciando uns aos outros a oportunidade de construção de relações de aprendizagem mais próximas (relação social em pares), modificando assim certos parâmetros tradicionais do estudo.

A utilização de recomendações aliada a jogos como ferramenta de apoio ao ensino da Matemática busca a formação de um ambiente de aprendizagem mais adequado à natureza da matéria e das necessidades apresentadas pelos alunos em seu contexto de aprendizagem. Procura-se oferecer uma abordagem mais amigável, instigante e atraente, tornando a matéria

mais interessante, de forma a facilitar o seu aprendizado. Tornar mais atraente e contextualizado o ensino da Matemática aos jovens pode propiciar o melhor desenvolvimento de competências e habilidades e a relação destes alunos com a disciplina, bem como a escolha e preparação por parte destes do futuro exercício de profissões diretamente ligadas à utilização da Matemática, revertendo desta maneira o quadro negativo do ensino da disciplina no país assim como o déficit de profissionais realmente capacitados e conscientes para exercer profissões nesta área.

Os objetivos norteadores, suas etapas e a metodologia aplicada em cada estudo são descritos nos itens a seguir.

6.2 Primeiro Estudo

Realizado em uma escola Sesi, o primeiro estudo objetivou primeiramente à aplicação do estudo piloto (pré-teste) com alunos selecionados aleatoriamente de turmas do 1º ano do ensino médio. Em seguida foi executado o teste da Análise Diagnóstica para a calibração das questões a serem utilizadas no segundo estudo, de acordo com o grau de facilidade (grau de dificuldades) dos itens utilizando a teoria de resposta ao item (TRI). Este procedimento constituiu-se na base para a criação da régua dos resultados, consistindo esta na tabulação dos resultados provenientes da Análise Diagnóstica pré e pós. Com isso foi possível a formação de um banco de questões e a recomendação de jogos para cada estudante de acordo com as dificuldades apresentadas por estes após a aplicação da Análise Diagnóstica Pré (primeira prova), bem como suas habilidades e competências. Por fim, o primeiro estudo proporcionou a correção das questões que apresentaram problemas de entendimento no pré-teste, testar e corrigir a entrada de dados das recomendações dos jogos, utilizadas na plataforma para a aplicação real do estudo.

6.2.1 A elaboração da Análise Diagnóstica

Foram elaboradas diversas questões contemplando a abordagem dos currículos das unidades da federação, respeitando a base comum nacional do ensino da matemática descrita no Parâmetro Curricular Nacional (PCN, 1988) no ensino fundamental da Matemática estabelecidos pelo MEC. As questões foram elaboradas por professores indicados pelo IMPA (Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada) – Parceiro do Programa SESI Matemática e responsável técnico da Análise Diagnóstica.

- Análise diagnóstica: A análise diagnóstica é composta por 15 questões, onde são avaliados os conjuntos das estruturas de classificação dos descritores empregados na matriz de referência englobando as respectivas habilidades e competências, necessárias aos alunos, e tem como objetivo identificar as dificuldades de aprendizagem do aluno e suas possíveis causas. Sendo a entrada de dados das recomendações e servindo como orientação a recomendações dos jogos no modelo proposto. Esta se encontra para consulta no apêndice.

Esta avaliação tem por objetivo aferir o nível cognitivo dos alunos, permitindo que recebam de forma automática recomendações de jogos, conforme seu interesse, necessidade, particularidades e possíveis deficiências de acordo com as competências e habilidades necessárias ou a serem desenvolvidas. O processo deu-se nas seguintes etapas:

- Aplicação do pré-teste: a Análise Diagnóstica foi aplicada em uma escola SESI, onde haviam 16 turmas do 1º ano do ensino médio. Dentre estas foram selecionados aleatoriamente 33 alunos para compor o estudo piloto (pré-teste). Em seguida, aplicou-se a Análise Diagnóstica, no intuito de verificar se as questões que compõem a análise seriam bem compreendidas pelos alunos e se suas respostas seriam condizentes aos resultados esperados. No caso contrário, as questões foram reformuladas pela banca de professores, a fim de garantir a fidedignidade do instrumento aplicado, para sua posterior reaplicação.

-Calibração das Questões: nessa fase foi calibrado o grau de dificuldades das questões. Utilizamos a Teoria de Resposta ao Item (TRI) no processo de estimação dos parâmetros dos itens, denominado Calibração.

Foram estabelecidos critérios para a formulação da prova, utilizamos para isso a técnica

de graus de grau de dificuldade do item, classificando as questões em uma escala sendo: muito fácil, fácil, intermediário, difícil e muito difícil.

-Banco de Questões: todas as questões pré-testadas foram armazenadas em um banco de questões utilizadas posteriormente na composição da Análise Diagnóstica.

-Composição da Análise Diagnóstica: Para esta etapa foram selecionadas as questões que constam no banco de questões por área do conhecimento matemático, mantendo se estruturada segundo os seguintes grupos:

Grupo 1- Números Reais (Questões: 1, 3, 5 e 6):

- ✓ Resolver problemas utilizando as operações fundamentais no conjunto dos números reais;
- ✓ Reconhecer e diferenciar números decimais finitos ou infinitos, periódicos e não periódicos;
- ✓ Ordenar e comparar números reais;
- ✓ Identificar a localização de números reais na reta numérica.

Grupo 2 - Conjuntos (Questões: 2, 4, 12 e 14):

- ✓ Compreender a noção de conjunto;
- ✓ Utilizar a simbologia matemática para compreender proposições e enunciados;
- ✓ Resolver problemas significativos envolvendo operações com conjuntos;
- ✓ Reconhecer e diferenciar os conjuntos numéricos;
- ✓ Identificar a localização de números reais na reta numérica;
- ✓ Utilizar a representação de números reais na reta para resolver problemas e representar subconjuntos dos números reais.

Grupo 3 – Estudo de Funções (Questões: 7 e 9):

- ✓ Compreender o conceito de função através da dependência entre variáveis;
- ✓ Identificar a expressão algébrica que expressa uma regularidade ou padrão;
- ✓ Representar pares ordenados no plano cartesiano;
- ✓ Construir gráficos de funções utilizados tabelas de pares ordenados;

- ✓ Analisar gráficos de funções (crescimento, decrescimento, zeros, variação do sinal).

Grupo 4 – Função Polinomial do 1º Grau (Questões: 8, 10, 13 e 15):

- ✓ Identificar uma função polinomial do 1º Grau;
- ✓ Utilizar a função polinomial do 1º Grau para resolver problemas significativos;
- ✓ Identificar a função linear com o conceito de grandezas proporcionais;
- ✓ Representar graficamente uma função do 1º Grau;
- ✓ Compreender o significado dos coeficientes de uma função do 1º Grau;
- ✓ Identificar uma função do 1º Grau descrita através do seu gráfico cartesiano.

Grupo 5- Razões Trigonométricas no triângulo retângulo (Questão: 11):

- ✓ Utilizar as razões trigonométricas para calcular o valor do seno, cosseno e tangente, dos ângulos de 30º, 40º e 60º;
- ✓ Resolver problemas do cotidiano envolvendo as razões trigonométricas;
- ✓ Utilizar os teoremas do seno e do cosseno para resolver problemas significativos.

- Criação da Régua dos Resultados: As questões testadas são dispostas, conforme seu grau de dificuldade em uma Régua de Resultados, isto é, uma escala numérica, seguindo metodologia aplicada na TRI. São dispostos na mesma escala numérica, os alunos conforme sua proficiência. Pela TRI, dois alunos que acertaram o mesmo número de questões não necessariamente terão a mesma nota final, pois o resultado não é obtido apenas pelo número absoluto de acertos.

- Interpretação dos Resultados: A interpretação dos resultados dependerá da coerência dos acertos de cada aluno. Utilizaremos a TRI para identificar quem acerta as questões mais difíceis e automaticamente não poderia errar as questões mais fáceis, isto é, podemos identificar através da análise os alunos que possivelmente “chutaram” determinadas questões.

Após verificar as funcionalidades e testar os parâmetros necessários para as análises, aplicamos a prova (pré-teste) a 33 alunos escolhidos aleatoriamente dentre as 16 turmas de 1º

ano do ensino médio da escola SESI. O modelo foi replicado em todas as turmas, sua aplicação ocorreu no período de: 19/08/13 a 24/09/13, em uma Escola SESI, e contou com a participação de 538 alunos, de um total de 557 das 16 turmas do 1º ano do ensino médio.

6.3 Segundo Estudo

O segundo estudo foi realizado em duas escolas da rede VespER, no estado de São Paulo. Para aplicar o modelo realizaram-se todas as etapas metodológicas apresentadas no primeiro estudo, além de testarmos as recomendações dos jogos educacionais, as habilidades e competências utilizadas pelos participantes na plataforma, aplicando a análise diagnóstica Pré e Pós, e verificando os estímulos recomendados através da TRI, isto é, após a utilização dos jogos recomendados no ensino da matemática, verificou se houve alguma diferença entre os participantes do estudo. Neste estudo foram utilizados a metodologia, a análise diagnóstica produzida, o respectivo banco de questões – todos testados previamente no estudo piloto – assim como a calibração e equalização dos resultados obtidos através do primeiro estudo.

Os objetivos desse segundo estudo foram verificar se a aplicação e utilização de recomendações de jogos podem trazer apropriação e produção de novos conhecimentos, desenvolvimento de competências e habilidades bem como raciocínio lógico matemático aplicado no ensino da matemática; e identificar se os jogos indicados pelas recomendações são eficazes, eficientes e efetivos no auxílio aos alunos na apropriação dos conhecimentos matemáticos.

6.3.1 Etapas do estudo

Para a consecução do segundo estudo foram necessárias as seguintes etapas metodológicas:

- Elaboração: Foram utilizadas as questões provenientes do banco formado por aquelas

elaboradas e testadas no primeiro estudo.

- Análise diagnóstica (Pré): São avaliados os conjuntos das estruturas de classificação dos descritores empregados na Matriz de Referência (Habilidades e Competências), utilizadas como entrada de dados às recomendações dos jogos necessárias aos alunos; e tem como objetivo identificar as dificuldades de aprendizagem do educando e as possíveis causas.

Esta avaliação tem por objetivo aferir o nível cognitivo dos alunos, permitindo que recebam de forma automática recomendações de jogos, conforme seus interesses, necessidade, particularidades e deficiências, e de acordo com as competências e habilidades necessárias ou pretendidas.

- Banco de Questões: utilizou-se o banco de questões criado, testado e calibrado no primeiro estudo, onde todas estas foram testadas e armazenadas.

- Composição da Análise Diagnóstica: para esta etapa foram selecionados os itens que constam no banco de questões por área do conhecimento matemático, mantendo-se a mesma estrutura empregada no primeiro estudo.

- Calibração das Questões: para a calibração, ou seja, o processo de estimação dos parâmetros dos itens, foi utilizada a escala de calibragem encontrada no estudo 1, visto que utilizou-se no primeiro estudo, uma amostragem bastante significativa - 538 alunos – visando o estabelecimento dos critérios de grau de dificuldade do item (ou índice de facilidade do item), de forma mais fidedigna. Assim criou-se uma escala que classifica os itens em 5 níveis sendo: $p \geq 0,8$ o item é muito fácil, $0,6 \leq p < 0,8$ o item é fácil, $0,4 \leq p < 0,6$ o item é intermediário, $0,2 \leq p < 0,4$ o item é difícil e $p < 0,2$ o item é muito difícil.

- Aplicação: a análise diagnóstica foi aplicada em duas escolas particulares da Rede VespeR, no Estado de São Paulo, no mês de outubro de 2013. Participaram desse estudo 53 alunos, com idades entre 14 e 15 anos, sendo 50% do sexo masculino e 50% do sexo feminino, todos do período diurno da primeira série do Ensino Médio. Os responsáveis legais dos alunos participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), autorizando a participação no estudo (o modelo do TCLE utilizado no estudo encontra-se nos anexos). A duração da análise diagnóstica foi de, em média, 50 minutos e utilizou-se a Plataforma SESI Matemática na aplicação dos jogos aos participantes.

- Régua dos Resultados: Os resultados aferidos na aplicação do segundo estudo foram dispostos conforme o Grau de Dificuldade em uma régua. Foram classificados nessa escala numérica, os alunos conforme seu nível cognitivo e raciocínio matemático lógico demonstrado.

- Interpretação dos Resultados: De posse dos resultados da análise diagnóstica e da respectiva Régua dos Resultados, foram recomendados jogos específicos para cada aluno, de acordo com seus interesses, particularidades, necessidades e dificuldades pedagógicas apresentadas.

- Período de adaptação e utilização do estudo: Os jogos recomendados especificamente a cada aluno foram oferecidos no período de duas semanas utilizando-se da Plataforma SESI Matemática. De acordo com os resultados apresentados no estudo, verificou-se que a maior necessidade de intervenção e recomendação de jogos estava no Grupo 1 (Conteúdo: Números Reais, Questões 1, 3, 5 e 6) e Grupo 5 (Conteúdo: Relações Trigonométricas no Triângulo Retângulo, Questão 11). Visto que nesses grupos foram observadas as maiores dificuldades de apropriação do conhecimento matemático e consequente resposta correta as questões aplicadas, as próximas etapas foram direcionadas a eles.

6.3.2 Resultados Obtidos na aplicação da Análise Diagnóstica

Como utilizamos neste trabalho a Teoria de Resposta ao Item (TRI), faz-se necessária uma breve recapitulação com vistas ao entendimento exato de sua função nesta etapa do segundo estudo. O principal objetivo da TRI é a construção de escalas para traços latentes através da análise das respostas a itens que podem refletir tanto aspectos de personalidade ou atitude, quanto níveis de desempenho ou habilidade. Em todos os modelos de TRI a hipótese básica é a de que as respostas aos itens contêm informação sobre o traço latente a ser medido. A TRI é um conjunto de modelos matemáticos que procura representar a probabilidade de um indivíduo dar certa resposta a um item como função dos parâmetros do item e da habilidade (ou habilidades) do respondente. Essa relação é sempre expressa de tal forma que quanto maior a habilidade, maior a probabilidade de acerto no item.

O modelo proposto baseia-se no fato de que o indivíduo com maior habilidade (traço latente θ) possui maior probabilidade de acertar o item e que esta relação não é linear. Para a análise dos dados, foram consideradas as respostas dos participantes a uma das cinco alternativas de cada questão na análise diagnóstica. Usamos uma escala de -4 a 4 para representação e calibramos (processo de estimação dos parâmetros dos itens) utilizando os softwares R versão 3.0.2 e o software SPSS. Indicadas as respostas corretas, os dados foram transformados em itens, classificados em certo ou errado (itens dicotômicos), e analisados posteriormente. Os resultados foram equalizados e apresentados no formato de régua, isto é, a habilidade das pessoas (θ) é colocada na mesma escala referente à da dificuldade das questões (equalização). Assim ao analisarmos a mesma métrica para a habilidade dos testados e para a dificuldade das questões, podemos comparar e visualizar graficamente as probabilidades de acerto da questão.

Habilidade das pessoas (θ) e dificuldade das questões na mesma escala foram os procedimentos adotados nesse estudo para a equalização da régua. Para esse estudo utilizamos o instrumento de avaliação designado Régua dos Resultados, que consiste em um instrumento de avaliação para as questões aplicadas na avaliação diagnóstica. Esse instrumento foi utilizado tanto para avaliar questões antes da utilização dos jogos, identificados nesse trabalho como PRÉ, quanto depois da utilização dos jogos recomendados, identificados nesse trabalho como PÓS, sua principal característica é apresentar na mesma escala métrica de medida, os resultados para questões e para participantes. Essa escala é apresentada em numa variação de -4, que representa as questões mais fáceis e/ou que obtiveram médias mais altas pelos participantes até questões mais difíceis ou médias mais baixas representadas na escala como 4.

Portanto, a interpretação da distribuição das respostas dos participantes em cada questão da prova foi feita inicialmente a partir dos seguintes parâmetros descritivos de cada questão (PRÉ e PÓS), uma vez que se encontrarão presentes como as variáveis a serem analisadas em todas as tabelas seguintes ilustrativas dos procedimentos empregados neste segundo estudo.

- 1- Média do total de acertos dos participantes que acertaram uma determinada questão;
- 2- Índice de facilidade: proporção de participantes que responderam ao item

corretamente;

- 3- Correlação ponto bisserial entre a resposta correta no item e a pontuação total na prova;
- 4- Alpha de Cronbach: Utilizado como uma forma de estimar a confiabilidade de um questionário aplicado em uma pesquisa, isto é, a medida mais comum de consistência interna (confiabilidade). Ele mede a correlação entre respostas em um questionário através da análise das respostas obtidas dos respondentes, apresentando uma correlação média entre as perguntas, determinando assim o grau de confiabilidade da escala. O coeficiente α é calculado a partir da variância dos itens individuais mais a variância da soma dos itens de cada avaliador correspondente a todos os itens de um questionário que utilizem a mesma escala de medição.

Portanto, apresentamos a seguir a tabela com os resultados das questões da Análise Diagnóstica aplicada neste segundo estudo. Nela podemos ver os resultados encontrados para os parâmetros das questões da análise diagnóstica com todos os 53 participantes do estudo (N=53).

Questão	Média de acertos dos que acertaram o item	Índice de facilidade (Proporção de Acertos)	Correlação item-total Ponto Bisserial	Correlação bisserial	Correlação item – total	Alpha de Cronbach
1	8,12	0,77	0,88	0,82	0,48	0,58
2	9,5	0,26	2,26	0,66	0,36	0,6
3	8,13	0,28	0,89	0,27	0,04	0,65
4	8,16	0,47	0,92	0,39	0,14	0,64
5	7,93	0,72	0,69	0,66	0,36	0,6
6	8,43	0,13	1,19	0,27	0,05	0,64
7	8,03	0,75	0,79	0,75	0,43	0,59
8	8,44	0,68	1,2	0,83	0,52	0,57

9	8,4	0,66	1,16	0,76	0,46	0,58
10	7,39	0,43	0,15	0,08	-0,12	0,68
11	8,33	0,32	1,09	0,46	0,19	0,63
12	8,15	0,75	0,91	0,79	0,46	0,59
13	8,44	0,36	1,2	0,35	0,11	0,64
14	8,5	0,47	1,26	0,43	0,17	0,63
15	9,78	0,17	2,54	0,62	0,3	0,61
Total	7,24	0,48				
Desvio Padrão		0,217				

Tabela 3: Parâmetros das Questões da Prova (N=53)

Os resultados revelaram que a prova apresenta índices em todas as faixas do critério de dificuldade, exceto para questões muito fáceis. Para as questões muito fáceis não encontramos nenhum índice. Consideramos o índice de facilidade acima ou igual a 80% de acertos. As questões Q1, Q5, Q7, Q8, Q9 e Q12 despontaram como as consideradas fáceis; para tanto avaliamos o índice de facilidade como valores entre 60 e 80%. Para as questões intermediárias destacaram-se Q4, Q10 e Q14, considerando o índice de facilidade entre 40 e 60%. No conjunto de questões denominadas difíceis, Q2, Q3, Q11 e Q13 apresentaram-se, considerando o índice de facilidade entre 20% e 40%. Para as questões muito difíceis, levando em conta o índice de facilidade menor que 20% encontramos as questões Q6 e Q15. Portanto, podemos considerar que, no conjunto, a prova contém itens de dificuldade mediana e consistência interna razoável pelos resultados apresentados.

Observou-se ainda que os índices de facilidade variaram de 0,13 a 0,77, e as correlações ponto bisserial (item-total), entre 0,15 e 2,26. E revelaram uma tendência de escolha da opção errada pelos participantes que obtiveram os escores mais altos no teste como um todo as questões Q4, Q12 e Q3.

O Alpha de Cronbach, que indica a confiabilidade do questionário aplicado, foi de 0,63, resultado que pode ser considerado satisfatório. No entanto, seguindo o critérios da TRI para a correlação item-total, é recomendável considerar valores maiores ou iguais a 0,20. Foi o caso de

encontramos questões com valores abaixo dessa medida para Q3, Q4 ,Q6, Q10, Q11 e Q14. Isso indica que quanto mais próximo de 1 (a correlação bisserial) o item é de menor discriminação, isto é, menos capaz de diferenciar as pessoas que possuem melhores habilidades das que possuem menor habilidade. Isso pode ser notado nas questões de mais dificuldade, implicando em uma maior discriminação nos resultados, isto é, diferenciar as habilidades encontradas pelos participantes, quanto mais próximo de -1 maior a discriminação ao item.

Consideramos para análise o número total de usuários (N=53), uma vez que estamos interessados em analisar os resultados das recomendações dos jogos e se estes auxiliam na melhoria do ensino da matemática, não se existem diferenças no ensino entre as escolas. Atentamos ainda para o resultado das questões de cada participante do estudo, que foi processado e gerou a entrada de dados para as recomendações aplicadas aos jogos propostos aos alunos.

Podemos observar na Tabela 2 o resultado da aplicação da análise diagnóstica ao número total de participantes; e pela régua da escala de cores a proporção dos participantes que responderam aos itens corretamente, mostrando os índices de facilidades, assim como a sequência das questões corretas para cada questão de cada participante.

	MUITO FÁCIL														MUITO DIFÍCIL	
	0,77	0,75	0,75	0,72	0,68	0,66	0,47	0,47	0,43	0,36	0,32	0,28	0,26	0,17	0,13	
	QUESTÃO 1	QUESTÃO 7	QUESTÃO 12	QUESTÃO 5	QUESTÃO 8	QUESTÃO 9	QUESTÃO 4	QUESTÃO 14	QUESTÃO 10	QUESTÃO 13	QUESTÃO 11	QUESTÃO 3	QUESTÃO 2	QUESTÃO 15	QUESTÃO 6	
P1	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	
P2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	
P3	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
P4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
P5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
P6	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✗	
P7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	
P8	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	
P9	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
P10	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	
P11	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	
P12	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
P13	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	
P14	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	
P15	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
P16	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
P17	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
P18	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	
P19	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	
P20	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
P21	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✓	
P22	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	
P23	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	
P24	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	
P25	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	
P26	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	
P27	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	
P28	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
P29	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
P30	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
P31	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
P32	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	
P33	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
P34	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	
P35	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
P36	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	
P37	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	
P38	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	
P39	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	
P40	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
P41	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	
P42	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
P43	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	
P44	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	
P45	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	
P46	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✓	
P47	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	
P48	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	
P49	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
P50	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	
P51	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	
P52	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
P53	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	

Tabela 4: Resultado da aplicação da análise diagnóstica

Após o resultado da avaliação diagnóstica encontrado para cada participante, o próximo passo do estudo foi selecionar objetos de aprendizagem relevantes para sanar dificuldades encontradas na prova. Esse procedimento foi executado por conteúdo, isto é, pelos temas enfocados no ensino da Matemática nesta pesquisa: espaço e forma (campo da Geometria), grandezas e medidas (campo da Aritmética, da Álgebra, da Geometria, entre outros), números e operações algébricas (campo da Aritmética e da Álgebra) e tratamento da informação (aprender a lidar com dados estatísticos, tabelas, gráficos e a raciocinar utilizando ideias relativas à probabilidade e combinatória, com o intuito de despertar um olhar mais atento para nossa sociedade).

Nosso intuito foi encontrar na Plataforma conteúdos relevantes para sanar dificuldades de desenvolvimento apresentadas pelos alunos, com relação às habilidades relacionadas acima,

principalmente daqueles que apresentaram os resultados mais negativos, e selecionar objetos de aprendizagem mais apropriados às competências a serem desenvolvidas naqueles alunos que já apresentam um bom rendimento. Para isso, foram cadastrados dentro da Plataforma dois ou três objetos para cada questão que apresentavam erros de respostas na prova de análise diagnóstica e recomendado esse conteúdo como atividade a cada participante. O resultado da recomendação desses conteúdos será analisado ao final deste trabalho.

Podemos ver na Figura 02 como foi feito esse procedimento de recomendação dentro da Plataforma, no exemplo das potências positivas. As recomendações encontram-se nos círculos verde e vermelho, isto é, alunos que foram recomendados em verde e alunos que não foram recomendados em vermelho. Por uma questão ética, retiramos os nomes dos participantes a fim de evitar sua identificação.

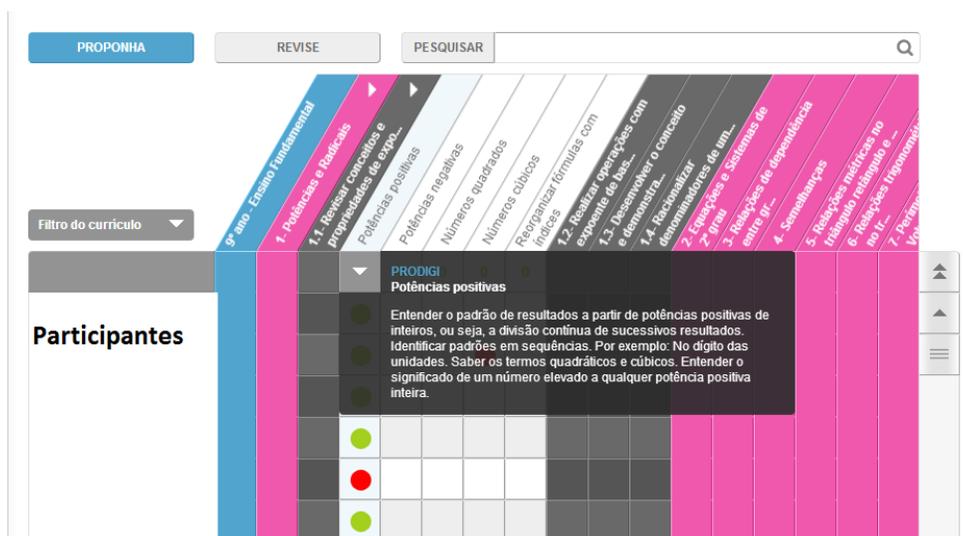


Figura 4: Cadastro das Recomendações

Após a recomendação e utilização dos objetos de aprendizagem sugeridos por conteúdo, podemos analisar quais os participantes jogaram e como foi seu desempenho através das medalhas conquistadas (pontuação alcançada nos jogos) ou se ainda predomina alguma dificuldade no conteúdo (abaixo da meta). Podemos verificar isso na Figura 03. Que mostra como é possível identificar o desempenho de cada participante em todos os conteúdos

recomendados, nos permitindo assim fazer comentários, detalhar conteúdos, propor desafios, incentivar a busca por mais conteúdos entre outras coisas.

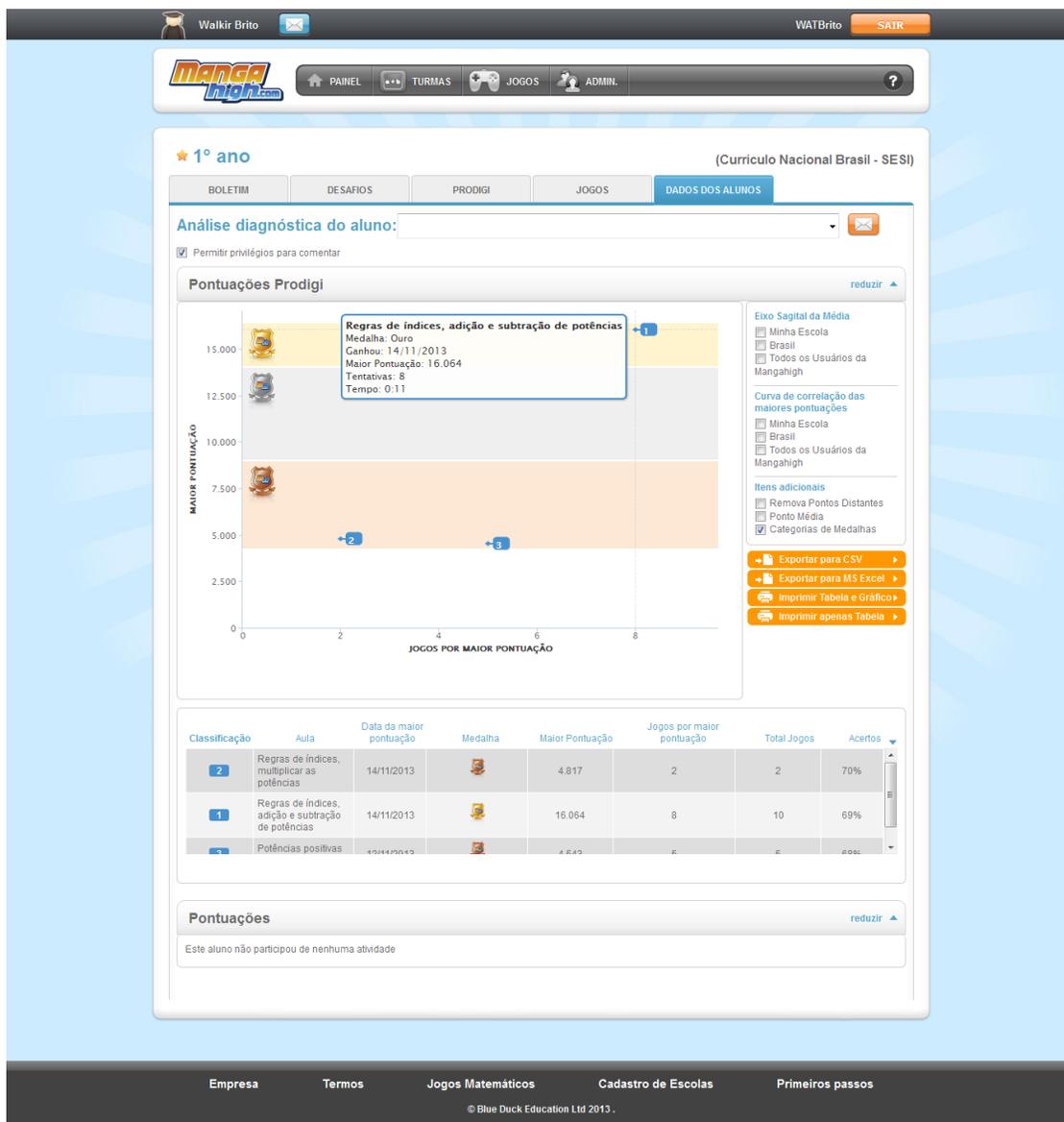


Figura 5: Dados dos alunos

6.3.3 Comparação entre os resultados dos alunos das duas amostras

Ao se observar os resultados médios dos estudantes levando em consideração o desempenho pelas duas escolas, verificou-se uma diferença significativa entre elas, isto é, existe uma diferença de desempenho dos alunos entre as duas escolas. As médias encontradas diferenciam-se significativamente, enquanto que na Escola 1 os estudantes acertaram em média 8,27 das 15 questões da prova, na Escola 2 os estudantes acertaram em média 5,91 das 15 questões, revelando um resultado bem abaixo comparado à primeira escola; foram observados também resultados diferentes em relação as questões fáceis, intermediárias e difíceis nas duas escolas. Verificou-se com isso que, apesar das escolas pertencerem à mesma rede escolar, teoricamente seguindo os mesmos princípios metodológicos de ensino e aprendizagem, seus alunos possuem diferenças significativas referentes ao conteúdo matemático aplicado em ambas. Em um levantamento mais próximo observou-se que, além de perfis diferentes de alunos, outro possível fator que explicaria esse fato seria o desempenho de um dos profissionais de educação. Nesse ponto a análise empregada no estudo serviu para demonstrar essas diferenças e auxiliar os responsáveis pelas escolas a resolverem um problema de desempenho e aprendizado até o momento não era percebido pela coordenação da rede escolar.

Na Tabela 3, podemos verificar os resultados encontrados na Escola 1:

Questão	Média de acertos dos que acertaram o item	Índice de facilidade	Correlação item-total	Correlação bisserial	Correlação item – total	Alpha de Cronbach
1	8.21	0.97	-0.06	-0.36	-0.23	0,47
2	9.45	0.37	1.18	0.54	0.22	0.4
3	9.13	0.27	0.86	0.32	0.04	0.46
4	8.79	0.47	0.52	0.28	-0.01	0.47
5	8.35	0.83	0.08	0.46	0.14	0.43
6	9.00	0.07	0.73	0.18	-0.03	0.46
7	8.96	0.77	0.69	0.8	0.44	0.34
8	8.73	0.87	0.46	0.87	0.43	0.36

9	8.92	0.83	0.65	1.01	0.58	0.32
10	8.19	0.53	-0.08	-0.01	-0.24	0.54
11	9.50	0.27	1.23	0.51	0.19	0.41
12	9.00	0.8	0.73	0.98	0.57	0.31
13	9.25	0.43	0.98	0.34	0.04	0.46
14	8.76	0.57	0.49	0.33	0.04	0.46
15	9.71	0.23	1.44	0.51	0.19	0.41
Total	8.27	0.55				
Desvio Padrão		0.27				

Tabela 5: Resultados encontrados na Escola 1

Os resultados revelaram que a prova aplicada na Escola 1 apresenta o índices de facilidade acima de 75% para as questões 1, 5, 7, 8, 9 e 12. E as questões difíceis, com índices de dificuldade inferiores a 25% de acertos apenas para as questões 6 e 15. Foi observada maior concentração das respostas nas questões nas faixas intermediárias, com índices de dificuldade entre 26 e 74% de acertos para as questões 2, 3, 4, 10, 11, 13 e 14.

Na Tabela 4, podemos ver os resultados encontrados na Escola 2.

Questão	Média de acertos dos que acertaram o item	Índice de facilidade	Correlação item-total	Correlação bisserial	Correlação item - total	Alpha de Cronbach
1	7.92	0.52	2.01	0.90	0.63	0.59
2	9.67	0.13	3.76	0.79	0.41	0.64
3	7	0.3	1.09	0.32	0.09	0.68
4	7.36	0.48	1.45	0.60	0.34	0.64
5	7.14	0.57	1.23	0.65	0.38	0.64
6	8.2	0.22	2.29	0.58	0.29	0.65
7	6.71	0.74	0.8	0.80	0.49	0.62
8	7.7	0.43	1.79	0.68	0.41	0.63
9	7.1	0.43	1.19	0.45	0.2	0.66
10	5.57	0.3	-0.34	-0.10	-0.23	0.72
11	7.4	0.39	1.49	0.65	0.38	0.64
12	6.88	0.7	0.97	0.65	0.37	0.64

13	6.83	0.26	0.92	0.25	0.04	0.68
14	7.86	0.35	1.95	0.39	0.15	0.67
15	10	0.09	4.09	0.77	0.36	0.65
Total	5.91	0.39				
Desvio Padrão		0.18				

Tabela 6: Resultados Encontrados na Escola 2

Ao comparar os resultados médios dos estudantes entre as escolas podemos observar claramente que a Escola 2 apresentam números bem abaixo comparado a Escola 1. Os resultados revelaram que a prova aplicada na Escola 2, para o índice grau de facilidade acima de 75%, para as questões fáceis, não encontramos nenhum resultado. Isto é, os alunos não consideram nenhuma questão da prova fácil na Escola 2. Para as questões difíceis, com índices de grau de dificuldade inferiores a 25% de acertos, encontramos os mesmos resultados da Escola 1 para as questões: 6 e 15. Mostrando uma maior concentração nas faixas intermediárias, com índices grau de dificuldades 26 e 74% de acertos para todas as demais questões.

As análises dos resultados obtidos com as estatísticas apresentadas nas Tabelas 2, 3 e 4, mostram que, até o momento e em alguns casos, as habilidades e competências matemáticas testadas ainda estão sendo construídas, e que em outros, esse processo ainda não aconteceu. Percebe-se também que existe uma diferença significativa entre as duas Escolas em relação às habilidades e competências no aprendizado da Matemática entre os seus alunos. Vimos que em todos os casos existe uma boa consistência interna quando aplicamos a técnica de Kuder-Richardson, que permite verificar a fidedignidade dos testes.

6.3.4 Comparação dos resultados por gênero

Quando comparamos os resultados por Gênero (Masculino e Feminino), podemos observar na Tabela 5 que os resultados são muito parecidos, isto é, as relações dos critérios do grau de dificuldade não apresentam diferenças estatísticas significativas em relação ao gênero. Portanto, não consideraremos o fator gênero nas análises como relevante ao modelo.

Questão	Índice de facilidade (Proporção de Acertos Feminino)	Correlação bisserial Feminino	Correlação item - total Feminino	Alpha de Cronbach Feminino	Índice de facilidade (Proporção de Acertos Masculino)	Correlação bisserial Masculino	Correlação item - total Masculino	Alpha de Cronbach Masculino
1	0.77	1.13	0.78	0.65	0.77	0.54	0.24	0.53
2	0.23	0.54	0.27	0.71	0.29	0.77	0.45	0.49
3	0.18	0.30	0.08	0.73	0.35	0.29	0.04	0.57
4	0.36	0.07	-0.11	0.75	0.55	0.70	0.40	0.50
5	0.73	0.96	0.65	0.67	0.71	0.41	0.14	0.55
6	0.09	0.02	-0.09	0.73	0.16	0.43	0.15	0.55
7	0.77	0.69	0.39	0.70	0.74	0.78	0.46	0.49
8	0.73	1.00	0.69	0.66	0.65	0.69	0.39	0.50
9	0.68	0.83	0.54	0.68	0.65	0.69	0.39	0.50
10	0.50	0.50	0.26	0.71	0.39	-0.32	-0.42	0.66
11	0.36	0.31	0.09	0.73	0.29	0.58	0.29	0.52
12	0.77	0.94	0.60	0.67	0.74	0.67	0.35	0.51
13	0.45	0.52	0.27	0.71	0.29	0.18	-0.04	0.59
14	0.50	0.46	0.22	0.72	0.45	0.39	0.12	0.56
15	0.27	0.52	0.26	0.71	0.10	0.78	0.36	0.52

Tabela 7: Resultados por Gênero (Masculino e Feminino)

Deste modo encerramos esta etapa da pesquisa constituída pela pré-análise, que por sua vez englobou a Análise Diagnóstica, sua tabela de resultados e a comparação entre as escolas e gêneros.

6.3.5 Resultados encontrados nos jogos:

Nesta etapa focamos a utilização dos jogos pelo sistema de recomendação e seus resultados. Podemos observar na Tabela 6 o total de jogos que foram recomendados, quantas vezes foram utilizadas pelos participantes, além dos resultados alcançados e quais foram aprovados, sendo considerados aprovados os participantes que alcançaram um desempenho considerado satisfatório ao conteúdo exposto, isto é, alcançando uma pontuação mínima

necessária para cada conteúdo. Esses resultados podem ser identificados das seguintes formas: por cada participante, pelos melhores desempenhos (a listagem dos dez melhores resultados), por tema ou conteúdo, e pelas curvas de correlações dos resultados alcançados em cada jogo, que servem para comparar os resultados com outros participantes que utilizaram o mesmo jogo em outras escolas que utilizem a mesma plataforma; ainda é possível filtrar os resultados por escolas no Brasil ou em outros países, o que pode ser visto na Figura 12 através de uma curva de correlações para comparação dos resultados com outros usuários.

Turma	Jogo	Realizados	Aprovado	Total
1 ano	Potências Positivas	45	31	47
1 ano	Pyramid Panic - Razões Trigonométricas	0	0	53
1 ano	Pyramic Panic - Teorema de Pitágoras	1	0	42
1 ano	Use a trigonometria para encontrar os ângulos	1	0	53
1 ano	Piñata Fever - Adição e Subtração de números	1	0	53
1 ano	Piñata Fever - Estendendo a reta numérica	4	1	44
1 ano	Ice Ice Maybe - Estimativa com adição e subtração	9	0	53
1 ano	Ice Ice Maybe - Estimativa com multiplicação	8	0	53
1 ano	Cálculo Mental de multiplicação e divisão	15	7	53
1 ano	Multiplicação por um decimal	21	18	53
1 ano	Regras de índices, multiplicar as potências	43	32	48
1 ano	Regras de índices, adição e subtração de potências	44	34	48
1 ano	Números cúbicos	1	0	1

Tabela 8: Jogos recomendados e Resultados Alcançados



Figura 6: Curvas de Correlação para comparação dos Resultados com outros usuários

Todos os participantes que tiveram os melhores desempenhos encontram-se acima da curva de correlação. Podemos traçá-las para todos os usuários que utilizam a Plataforma ou fazer a filtragem por país. Na Figura 12 podemos verificar os alunos que alcançaram um desempenho acima do esperado quando comparados a todos os participantes (os alunos acima da curva de correlação). A curva laranja na figura contempla todos os usuários que já utilizaram a Mangahigh. Acima dessa curva encontram-se representados os alunos que acertam todas as questões da segunda prova.

Na Figura 13 são apresentados os resultados dos participantes no jogo de multiplicação por decimal, no Brasil e no resto do mundo. Podemos ver claramente as duas curvas de correlação sendo que a abaixo representa a curva mundial e a acima a curva com os resultados do experimento no Brasil (que possuem resultados acima dos mundiais). Essa divisão dos resultados, quando comparadas as correlação e médias dos resultados para Brasil e para o mundo, pode-se visualizar quais os alunos se encontram próximos à média nacional do Brasil e os que se encontram próximo da média mundial. Esse dado é de vital importância para o acompanhamento do avanço de cada participante em relação aos temas e resolução dos problemas propostos no experimento.

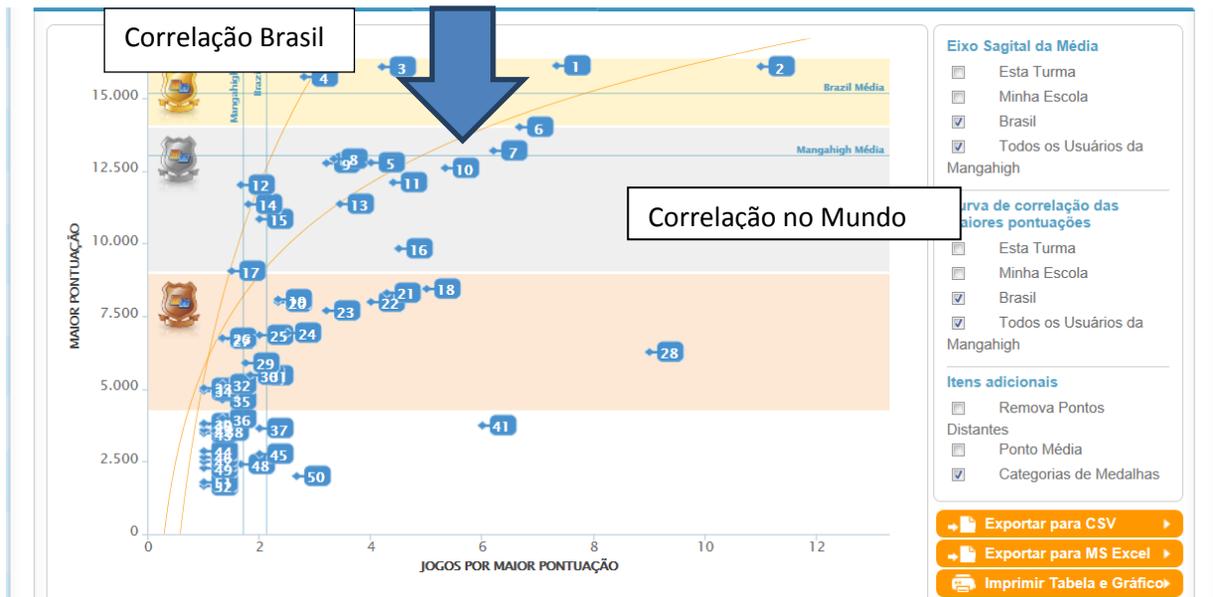


Figura 7: Resultados dos participantes no jogo Multiplicação por Decimal - no Brasil e no resto do mundo

Resaltamos por fim que para efeito de demonstração e comparação, encontram-se nos anexos outros exemplos de resultados alcançados para os jogos que envolvem as seguintes competências: multiplicação por decimal; regras de índice, adição e subtração de potências; regra de índice multiplicar potências; cálculo mental de multiplicação e divisão e cálculo de potências positivas.

6.3.6 Análise da régua de dados

Antes de procedermos à etapa seguinte, a análise da régua de dados, julgamos importante esclarecer porque o procedimento da equalização faz-se importante e como ele possibilita a utilização da régua de resultados. A equalização, na TRI, é uma importante ferramenta quando o objetivo do pesquisador educacional é comparar o desempenho de indivíduos pertencentes ou não à mesma população. Para Andrade et al. (2000), a equalização

permite a comparação entre itens e/ou habilidades, já que essa ferramenta possibilita que os parâmetros de itens e/ou de habilidades dos respondentes, de grupos diferentes, possam ser analisados e compreendidos em uma mesma métrica, ou seja, uma escala comum. Equalizar significa equiparar, colocar os parâmetros dos itens provenientes de testes diferentes e traços latentes de respondentes de diferentes grupos na mesma métrica, tornando os itens e os respondentes comparáveis, segundo Araújo et al. (2009).

Existem dois tipos de equalização: equalização via população, quando um único grupo de respondentes é submetido aos testes; e via itens, quando grupos diferentes respondem testes diferentes com itens comuns entre eles. O segundo tipo de equalização pode ser realizado de dois modos: a posteriori e simultaneamente, através da utilização de modelos de grupos múltiplos.

Ampliando a definição, Silva e Soares (2010) destacam que a equalização refere-se à comparação de resultados, de formas distintas, de um mesmo teste projetado para ser paralelo. Dessa maneira, “os testes medem os mesmos conteúdos, possuem os mesmos descritores, a mesma estrutura, mesma forma de aplicação, pequena variação na dificuldade de itens similares que compõem as diferentes formas dos testes e as populações equivalentes” (Silva & Soares, 2010, p. 194). Tais características permitem resultados eficazes, garantindo para as diferentes formas o mesmo nível de confiabilidade.

Deste modo, aplicando a régua de resultados às questões da análise diagnóstica da turma total (que englobam os 53 respondentes das escolas 1 e 2, encontramos os seguintes resultados:

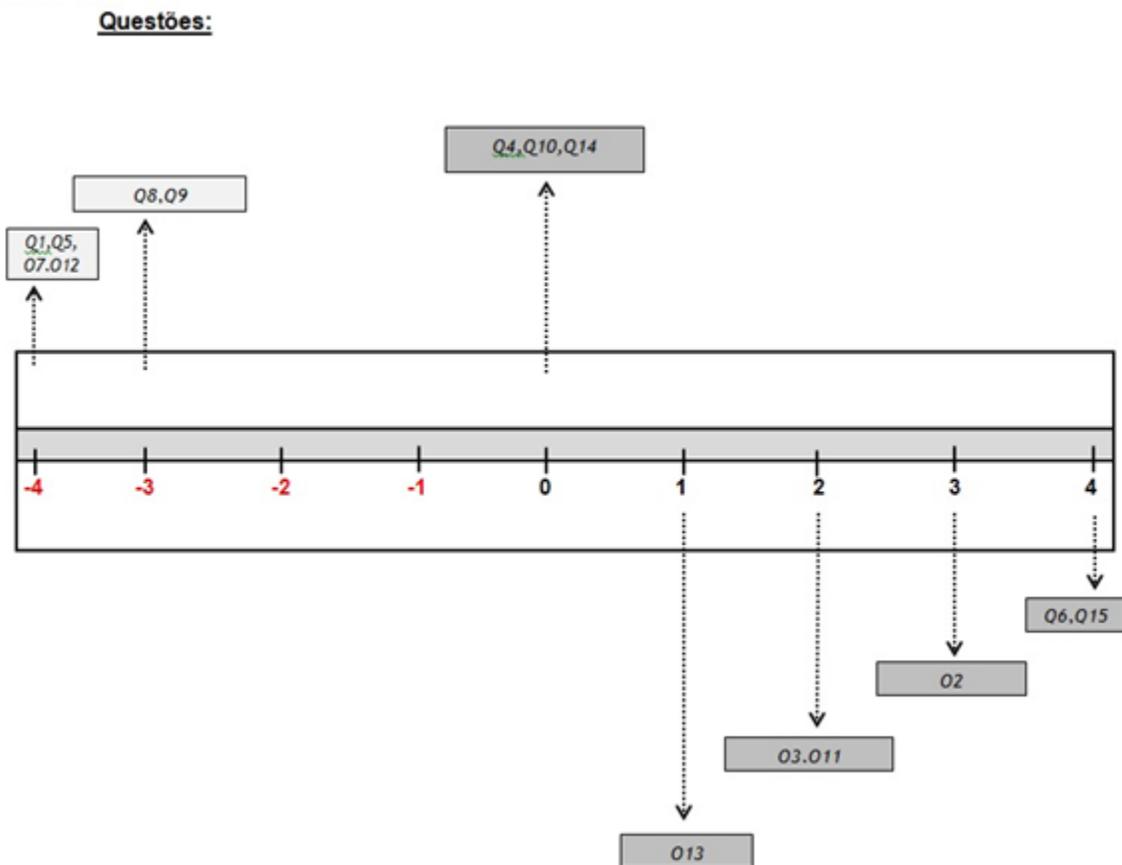


Figura 8 Régua Questões Pré

Podemos avaliar que no estudo inicial (Pré), tivemos como resultados seis questões consideradas mais difíceis (4) pelos alunos sendo elas Q6 e Q15, 3:Q2, 2:Q3 e Q11, 1: Q13 esta última localizando-se ao lado direito positivo da régua de escala. Já no lado oposto da régua tivemos como resultados para as mais fáceis (-4): Q1, Q5, Q7, Q12; (-3):Q8 e Q9 e para resultados intermediários (0): Q4, Q10 e Q14. Pela distribuição encontrada nas questões e o Alpha de Cronbach encontrado em cada questão, podemos concluir que a prova esteve bem ajustada aos participantes uma vez que os resultados apresentam-se bem distribuídos, compreendendo toda a escala de critério da avaliação onde são apresentadas questões fáceis, intermediarias e difíceis, encontrando as habilidades e competências necessárias em toda a escala.

Aplicando a Régua para os participantes totais da análise diagnóstica, encontramos os

seguintes resultados:

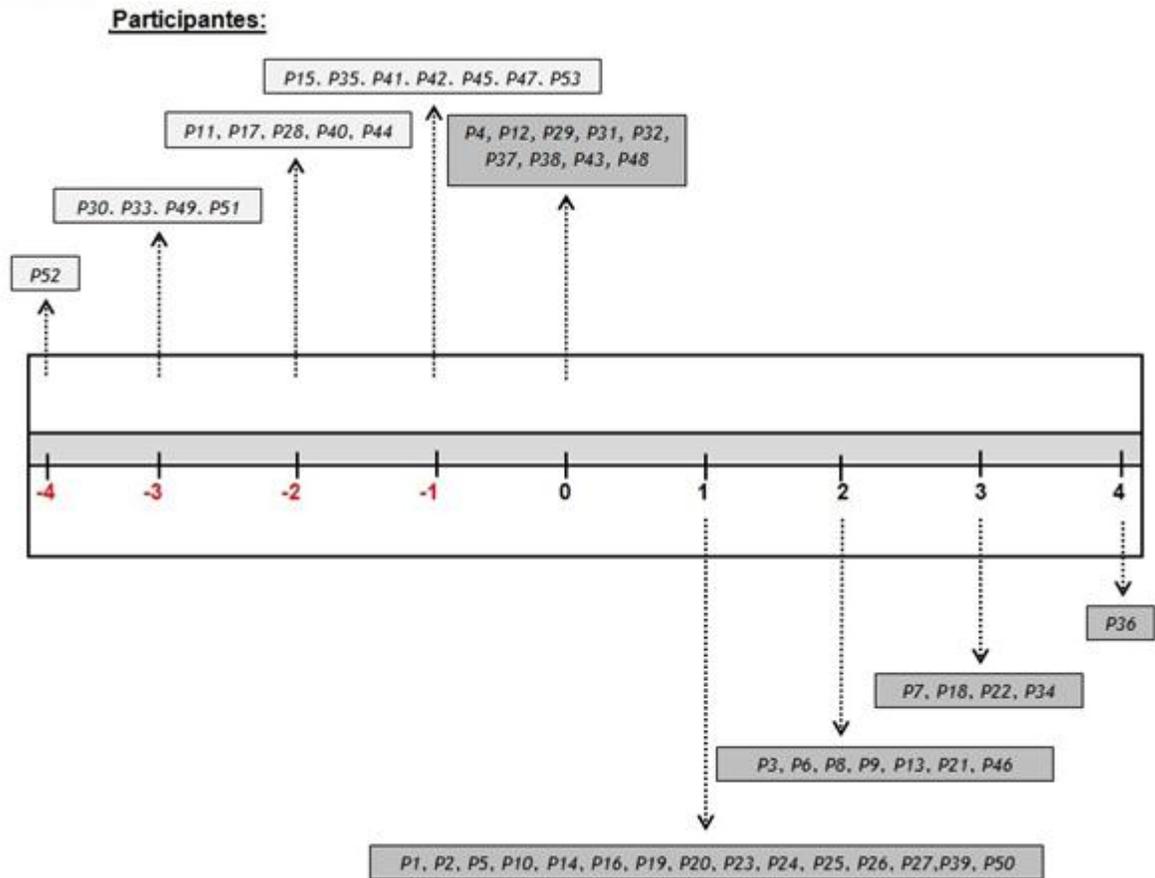


Figura 9 Régua Participantes Pré

Para o estudo dos resultados dos participantes Pré, aplicado à análise diagnóstica, podemos interpretar os resultados da seguinte maneira: as notas menores (escala entre -4 a -1) apresentam-se 17 participantes; para a escala intermediária (escala 0), temos 9 participantes; e para as maiores (notas escala entre 1 e 4), 27 participantes. Podemos observar também que os participantes estão bem distribuídos em relação à escala apresentada e que 32% deles tiveram um menor desempenho nos resultados Pré, apresentando-se uma maior urgência em relação às recomendações para esses participantes. Isto significa que 32% dos participantes do estudo apresentaram algum tipo de dificuldade referente ao conteúdo da prova.

Observamos que dentre os participantes do estudo a maior concentração referente à dificuldade encontrada esta contida nas questões dos Grupos 1 e 5, Figura 6.71, que mesmo não levando em consideração o fator escola no modelo, também apresentava-se como um fator de distorção entre as escolas.

Portanto decidimos fazer um corte de aplicação devido ao número de recomendações necessárias versus maiores dificuldades encontradas na análise diagnóstica e utilizaremos para esse estudo as recomendações feitas nos Grupos 1 e 5, portanto estaremos nos referindo as questões 1,3,5,6 e 11. Que juntas representam a maiores dificuldades encontradas.

Aplicando a Régua, para os participantes apenas nas questões recomendadas (G1 e G5) e utilizadas na Plataforma, encontramos os seguintes resultados:

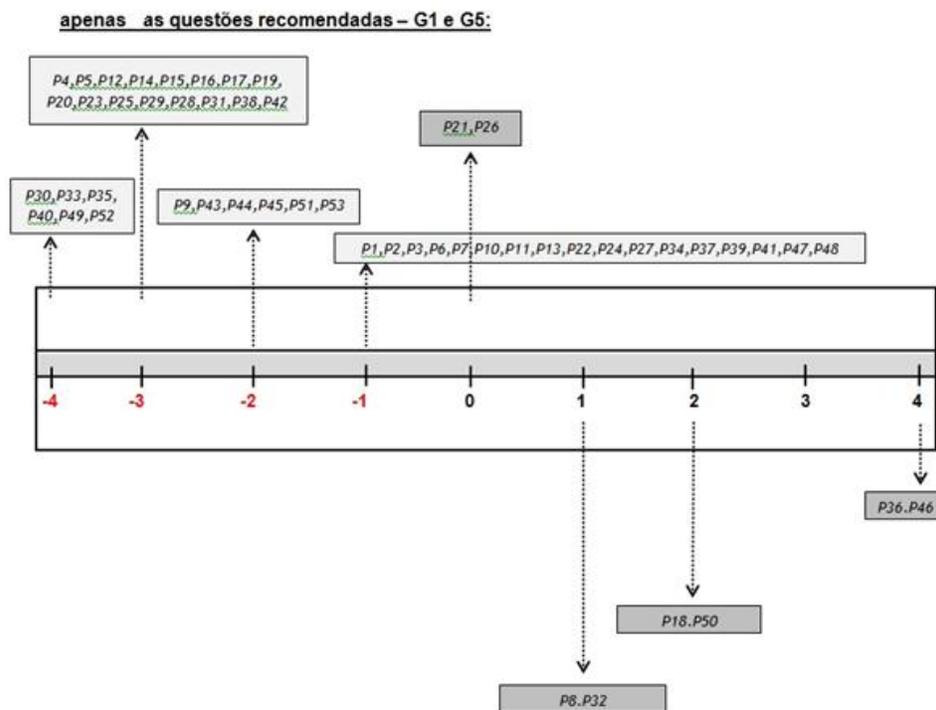


Figura 10 Régua Questões Recomendadas G1 e G5

Podemos verificar claramente que os participantes encontram-se no lado esquerdo da régua mostrando habilidades (θ) baixas, para as questões selecionadas nos Grupos 1 e 5. E apenas seis participantes mostram um desempenho positivo.

Os participantes tiveram disponibilizados os conteúdos recomendados na Plataforma por um período de duas semanas, que não se restringiu apenas o uso nas escolas podendo ser utilizado nesse período de qualquer lugar e quantas vezes achassem necessário, e após esse tempo passaram por uma nova avaliação com o intuito de verificar seu desempenho após o incentivo recomendado dos jogos. Cabe ressaltar que, o desempenho de cada participante foi monitorado nesse período, incentivos e mensagens foram enviados seguindo a metodologia de comunicação proposta nesse estudo (Figura 123), todo o processo foi analisado obtendo informações importantes que poderão ser utilizadas em um estudo futuro tais como, tempo de utilização, objetos mais selecionados, número de dias utilizados, mais pontuações, horários e dias de maiores utilização, maiores notas de recomendações e uma listagem de perguntas mais qualitativas referentes a usabilidade, preferências, e utilização da Plataforma que serão melhor apresentadas em seguida.

Aplicando a Régua nas questões, após o uso dos jogos recomendados a partir da análise diagnóstica, encontramos os seguintes resultados:

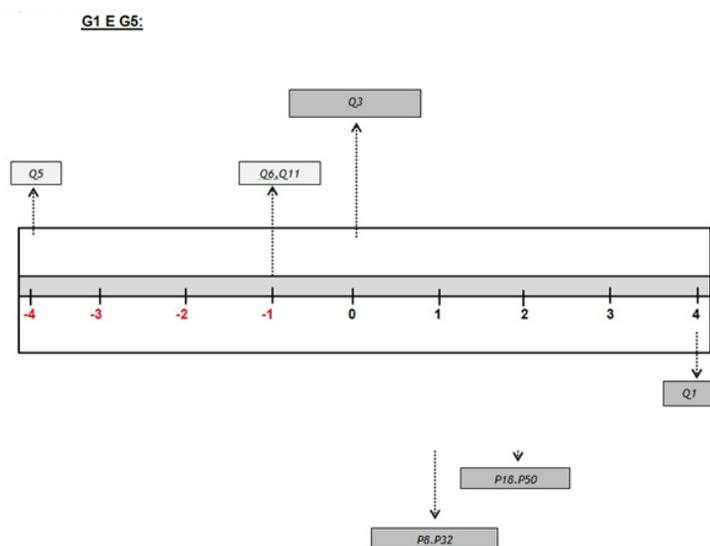


Figura 11 Régua Resultado das Questões Pós G1 e G5

Analizamos os resultados apenas das questões referentes aos Grupos 1 e 5, visto que, fizemos um corte e recomendamos jogos apenas para esses grupos. Obtivemos como resultado

na análise das questões Pós os seguintes dados: lado direito da régua de escala, isto é, questões consideradas mais difíceis Escala 4: foi obtido uma única questão: Q1, para as questões intermediárias encontramos uma única questão sendo 0:Q3 e para questões fáceis, lado esquerdo da régua encontramos resultados para: (-4): Q5 e (-1): Q6 e Q11. Nesse caso podemos observar como resultado encontrado que houve uma tendência de deslocamento das questões para a escala mais fáceis o que podemos concluir que os alunos tiveram uma maior facilidade de respostas às questões apresentadas após a utilização dos jogos. Por exemplo: A questão 6, era considerada uma questão muito difícil, e após a utilização dos jogos essa mesma questão cai para uma questão (-1): considerada na escala como uma questão mais fácil. Começamos a ter indícios de que as utilizações dos jogos auxiliaram na melhoria de resposta a essa questão, podemos dizer isso pelo fato de que dentre as 5 questões testadas 3 tornaram-se mais fáceis, uma permaneceu na sua mesma escala e somente uma apresentou um grau de dificuldade maior Q1, consideramos que essa questão por ter sido testada com uma propriedade de potencialização pode ter causado uma dificuldade maior aos alunos ou que o enunciado não foi claro no segundo teste.

Aplicando a Régua para os participantes nas questões, após o uso dos jogos recomendados a partir da análise diagnóstica, encontramos os seguintes resultados:

Participantes:

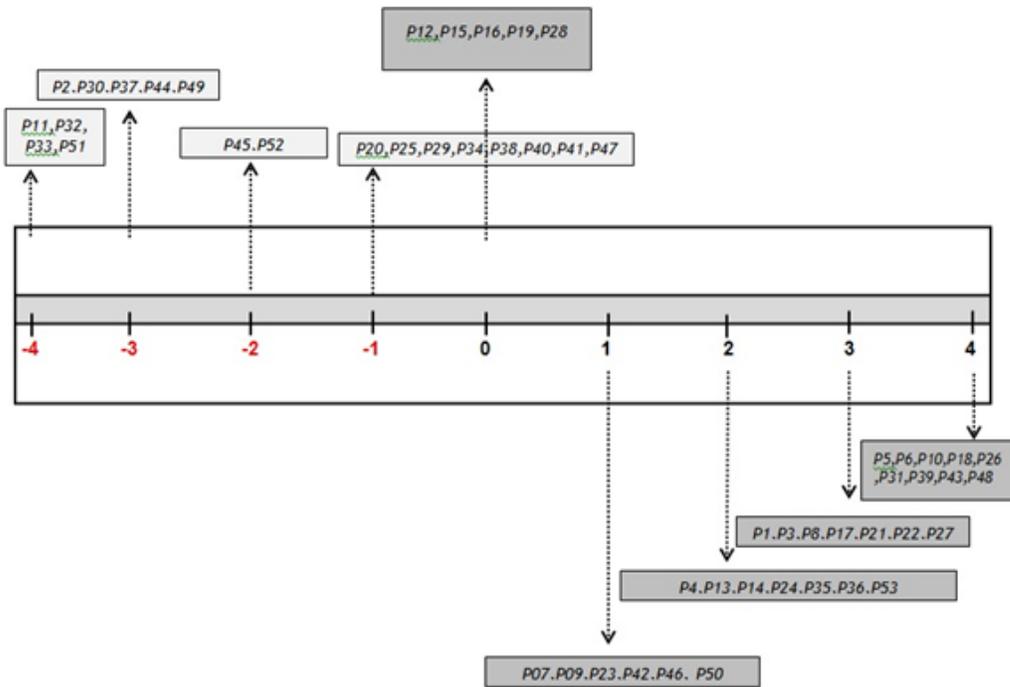


Figura 12 Régua Resultado Participante Pós

Analisamos os resultados apenas dos participantes após a utilização dos jogos, podemos considerar os seguintes resultados:

Os participantes apresentam melhoria na régua dos resultados, apresentando aumento na escala e com isso a probabilidade de acerto em todos os itens por todos os participantes.

6.4 Estudo qualitativo

Com o propósito de aprofundar os resultados alcançados no estudo, os participantes foram convidados a responder perguntas sobre satisfação ao utilizar a plataforma dos jogos. Dessa forma buscamos compreender como se deu para esses alunos a experiência de utilizar jogos como estratégia de aprimoramento do ensino da matemática no momento da compreensão das habilidades requeridas de forma específica por essa disciplina e da resolução de problemas. Utilizamos como instrumento de coleta dos dados um questionário que se

encontra no anexo. A análise foi empregada com o objetivo de comparar as relações existentes entre a satisfação de utilizar jogos e os desempenhos alcançados. Utilizamos como métrica o Teste T de Student, que serviu para comparar as médias alcançadas nas respostas das perguntas utilizadas após o uso da plataforma de jogos pelos participantes do estudo.

Em relação à primeira pergunta, (Como foi a sua experiência com a Plataforma SESI Matemática?), obtivemos os índices de respostas seguintes: **81% dos alunos consideraram sua experiência como Ótima ou Boa** e 19% dos alunos Regular ou Fraco. Este resultado é apresentado e no gráfico da Figura 20.

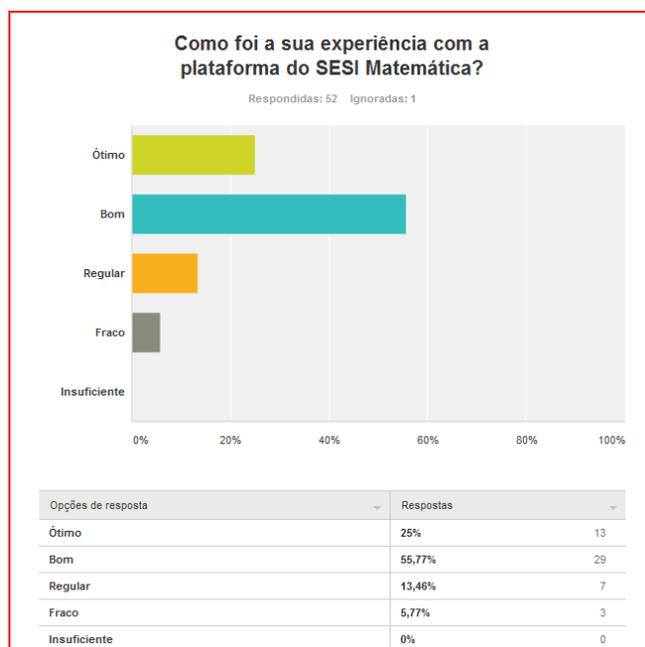


Figura 13 Experiência com a Plataforma de Jogos

Analisando a média entre esses grupos temos: Ótimo/Bom 2,76; e Regular/Fraco 0,45. Tal resultado nos permitiu concluir que o fator **“gostar de participar da experiência utilizando jogos”**, isto é, gostar de jogar e/ou gostar de jogos, proporciona ao aluno um melhor desempenho despertando um maior envolvimento, o que por sua vez melhora o desenvolvimento cognitivo. É provável que o fato de encontrar-se envolvido numa nova experiência de ensino aprendizagem aliada à natural predisposição a atividades lúdicas, que se

expressa na atração pelo jogar, estimula no aluno outra relação com os conteúdos e habilidades matemáticas a serem aprendidos.

Para verificar a semelhança e a consistência entre as médias obtidas no estudo, empregou-se novamente o Teste t de Student. Obtivemos como resultado o índice de 3%, o que indica existir diferença entre as médias encontradas. Isto nos permite concluir que **ocorreu de fato um melhor desempenho nos alunos que gostaram de participar dessa nova experiência utilizando jogos no ensino da matemática.**

Em relação aos demais fatores empregados e avaliados no questionário, **não foram encontrados resultados significativos.** Concluímos assim que não existem semelhanças e consistências entre as médias apresentadas em relação aos demais fatores abordados. Desse modo o fator de destaque nesse levantamento e de maior influência encontrado no estudo consiste exatamente no fator **“gostar de utilizar jogos”** como forma de aprendizado da matemática.

Os participantes que declararam ter obtido maior experiência com a plataforma dos jogos apresentaram resultado melhor. Isso nos permitiu ratificar a importância de se buscar utilizar uma nova abordagem educacional do ensino da matemática, que alie a aplicação de jogos voltados ao estímulo e desenvolvimento de competências e habilidades à melhora do ensino.

Contudo, uma pequena parcela não demonstrou o mesmo interesse. Dessa forma, a fim de levar todo o grupo de alunos a uma aprendizagem significativa, o educador deve criar mecanismos e ficar atento a essa pequena parcela de alunos que não demonstram interesse em jogos ou que preferem um estudo mais tradicional. Buscar desenvolver outras formas de atividades para esse grupo apresenta-se como possível proposta para estudos futuros.

6.5 Resultados e discussão

Fazendo uma comparação entre os resultados provenientes das análises diagnósticas aplicadas nos primeiro e segundo estudos, a utilização dos jogos recomendados apresentou alguns aspectos importantes a serem considerados, tais como:

- A média geral dos alunos, antes da utilização dos jogos recomendados na aplicação da régua de resultado foi de -1,64, e após a utilização dos jogos subiu para 0,64. Esse dado indica um crescimento significativo entre a aplicação de uma avaliação e outra, o que nos permitiu considerar esse crescimento como o desenvolvimento da habilidade das pessoas (θ) e a queda na dificuldade das questões, proporcionando assim crescimento da habilidade específica ao item testado;

- Obtivemos como resultado principal uma melhoria de 74% no rendimento dos alunos após a utilização dos jogos recomendados. Para verificar esse resultado analisamos a posição inicial do participante na régua de resultados versus a posição final. Observa-se que ocorreu uma movimentação ascendente para cada participante na classificação da régua utilizada na análise. Esse movimento de crescimento pode ser observado no gráfico nas relações do número de participantes versus escala de classificação de pontos na régua. Verificamos um aumento significativo da movimentação em todas as escalas pelos participantes. Dentre esses resultados, 17% apresentaram regressão no desempenho, exatamente o grupo de alunos que não demonstrou interesse no uso de jogos para a resolução de problemas matemáticos. Além disso, 9% mantiveram-se com o mesmo desempenho, cuja causa para esse resultado não foi possível ser levantada nesta pesquisa.

- Em relação aos participantes que obtiveram resultados acima do esperado, houve um crescimento significativo, visto que seis participantes (11%) o obtiveram após a utilização dos jogos recomendados. Quando consideramos todos os participantes do estudo, temos um crescimento para vinte e nove participantes (55%), mostrando um crescimento de habilidades adquiridas na resolução de problemas matemáticos e um desempenho bastante significativo de uma avaliação para a outra.

A proposta desse trabalho consistiu em investigar se a aplicação de jogos ao ensino da matemática poderia contribuir no alcance de melhores resultados e numa nova visão por parte daqueles envolvidos em seu processo de ensino aprendizagem. Constatamos que essa proposta foi alcançada e verificada satisfatoriamente no âmbito desta pesquisa. Entretanto outras questões foram levantadas e são elas que abordaremos a seguir e como perspectiva para investigações futuras.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Este capítulo apresenta o resumo da pesquisa descrita nessa dissertação, explicitando as suas contribuições, problemas encontrados ao longo do desenvolvimento e sugestões de futuras formas de se prosseguir nesta investigação.

“Às vezes parecia
Que de tanto acreditar
Em tudo que achávamos tão certo
Teríamos o mundo inteiro
E até um pouco mais
Faríamos floresta do deserto
E diamantes de pedaços de vidro ...”

Andrea Doria

Legião Urbana

Os dois estudos foram aplicados com o objetivo de analisar as duas hipóteses que conduzem o presente trabalho. A primeira consiste na indagação se jogos constituem-se instrumentos pedagógicos e metodológicos que auxiliam e melhoram no processo de ensino-aprendizagem da Matemática.

Após a análise dos resultados desse estudo conclui-se que jogos recomendados e oferecidos aos alunos são uma fonte de imprescindível suporte pedagógico e metodológico às relações de ensino e aprendizagem na Matemática, por representarem um diferencial, inovação e estímulo ao ensino dos conteúdos básicos necessários ao desenvolvimento do raciocínio lógico matemático, bem como das habilidades e competências previstas nos parâmetros curriculares nacionais do ensino médio.

A identificação do aluno com a utilização de jogos é um fator relevante para o sucesso desse processo e consequente produção e apropriação de conteúdos básicos da matemática. Estes alunos/participantes se identificam com o uso dos jogos recomendados e oferecidos e apresentam maior desenvolvimento nas suas habilidades cognitivas e no raciocínio lógico matemático. Podemos perceber que há uma significativa melhora em seus desempenhos referentes aos temas testados, diversificando assim as possibilidades de resolução dos problemas propostos e na aprendizagem de conceitos matemáticos de uma forma lúdica e atraente. Foram considerados na identificação desse estudo fatores como: facilidade do uso da Plataforma, interfaces amigáveis, usabilidade de fácil entendimento, modo de aprendizagem do conteúdo apresentado de fácil explicação, possibilidade do uso dos jogos em diversos locais, facilidade de acesso ao conteúdo recomendado entre outros.

Concluimos ainda que os alunos que apresentam maior pré-disposição na aceitação dessa nova metodologia de ensino-aprendizagem, através do uso de jogos na resolução de situações-problema, apresentam também melhores resultados, sendo capazes assim de validar estratégias e resultados e desenvolver novas formas de raciocínio e processos que implicam em um aumento de seu raciocínio lógico matemático e de seu desempenho em raciocínio indutivo, dedutivo, analogia e estimativas, referentes às utilizações de conceitos e procedimentos matemáticos necessários em seu dia a dia.

A segunda hipótese consiste em verificar se a utilização de um modelo de recomendação, que utilize precipuamente a análise diagnóstica e ofereça jogos específicos que considerem os interesses, particularidades, necessidades e dificuldades pedagógicas e metodológicas de cada aluno, possibilita o desenvolvimento e construção cognitivos e configura-se como um eficiente instrumento de ensino-aprendizagem da Matemática.

Após a análise de resultados desse estudo verificamos que os jogos são instrumentos pedagógicos e metodológicos eficazes na produção e apropriação de conhecimentos, no desenvolvimento de habilidades e competências e na utilização de raciocínio matemático lógico, uma vez que os resultados obtidos nos mostram um ganho significativo na aprendizagem da matemática para os alunos participantes do estudo que utilizam os jogos recomendados através da Plataforma. Após a aplicação da análise diagnóstica, tratamento de dados e utilização da teoria de resposta ao item, com a recomendação de jogos com questões específicas para cada aluno, percebeu-se que grande parte dos participantes (74%), desenvolveram significativas melhoras de suas habilidades e competências, bem como apropriação e produção de estratégias na resolução de problemas.

Os jogos configuram-se em um eficiente instrumento nas relações do ensino e aprendizagem da matemática ao estimular o interesse, a curiosidade, o espírito de investigação e a necessidade de desenvolvimento da capacidade para resolver problemas através de jogos educativos no ensino da matemática, levando em consideração as necessidades pedagógicas e metodológicas de cada participante.

Podemos concluir também que o sucesso na utilização do modelo depende de uma boa avaliação diagnóstica, fazendo toda a diferença para as recomendações propostas, pois são selecionados jogos específicos a cada aluno, despertando e estimulando o interesse dos participantes, não somente em suas carências ou deficiências, mas também em seus interesses pelos conteúdos abordados.

A utilização de uma avaliação diagnóstica fidedigna, aliada ao modelo de recomendação proposto, propicia uma visão holística do aluno e suas reais necessidades. Através disso, podemos ver cada aluno de forma individual, intervindo em suas necessidades, interesses,

particularidades, habilidades e competências de forma específica, visando a um desenvolvimento geral de suas potencialidades e proporcionando a minimização de suas deficiências.

A fidedignidade do instrumento avaliativo é obtida através do processo de diagnose e consequente recomendação, visto que o olhar sobre a produção cognitiva do aluno é diferenciado e individual.

Outro fator importante foi constatar que o modelo de recomendação conseguiu fazer com que os alunos dentro do conjunto de jogos recomendados e oferecidos tivessem acesso exatamente ao conteúdo específico necessário ao desenvolvimento de suas potencialidades, isto é, as recomendações exatas e relevantes para as competências e habilidades que necessitam ser desenvolvidas ou aprimoradas, ampliando assim o processo de recomendação de conteúdos, na medida em que seus interesses e fragilidades iam sendo superados ou novos desafios fossem propostos.

7.1 Contribuições da Dissertação

Nesta dissertação foi apresentado um modelo de recomendação para selecionar jogos específicos para cada aluno, respeitando suas necessidades, particularidades e interesses relacionados ao processo de ensino aprendizagem da matemática. Para isso, foram utilizados jogos recomendados e oferecidos através da Plataforma SESI Matemática com o objetivo de desenvolver habilidades e competências, raciocínio lógico e matemático na resolução de situações-problema, bem como minimização de dificuldades pedagógicas e metodológicas, apresentadas nos resultados da aplicação da análise diagnóstica desenvolvida nesse estudo. Tal análise diagnóstica constitui-se como condição *sine qua non* para o sucesso do sistema de recomendação de jogos, visto que nos permite ter uma visão holística e individual de cada aluno.

Através da análise desses resultados, foi possível promover uma recomendação de jogos específicos e classificados por conteúdo que respeitasse a individualidade, necessidade, particularidade e deficiências metodológicas ou de aprendizagem de cada aluno participante. Também foi possível intervir na aquisição de novos conhecimentos, e apropriação de novas habilidades e competências necessárias à aquisição de raciocínio lógico matemático para os alunos de ensino médio.

Utilizou-se como diferencial nesse estudo a Teoria de Resposta ao Item (TRI), necessária à avaliação do desenvolvimento dos alunos participantes, tendo como elementos centrais os itens provenientes da avaliação diagnóstica, e não somente a prova como um todo. Dessa forma é possível a observação de características dos alunos que não poderiam ser observadas diretamente. A TRI permitiu ainda que os desempenhos dos alunos participantes pudessem ser comparados e colocados em uma escala única de conhecimento, a Régua dos Resultados. Dessa forma a recomendação de jogos específicos torna-se eficaz, visto que de acordo com a TRI quanto maior a habilidade maior a probabilidade de acerto no item.

Com o modelo de recomendação de jogos e seu respectivo oferecimento aos alunos participantes através da Plataforma, foi possível constatar mudanças significativas no aporte cognitivo dos alunos participantes, bem como desenvolvimento do raciocínio lógico matemático, na produção e apropriação dos conhecimentos matemáticos básicos e dos conteúdos oferecidos, além de apreensão de novas habilidades e competências na resolução de situações problemas. A recomendação de jogos não visa apenas à minimização das dificuldades encontradas, mas também a promoção das habilidades e competências já adquiridas levando-as a um novo nível cognitivo.

Conclui-se que foi de extrema validade o primeiro estudo, do ponto de vista da análise diagnóstica e quanto a aplicação e utilização da teoria de resposta ao item, assim como a calibração do grau do índice de dificuldade das questões ou escala de facilidade do item, sua calibração e equalização das escalas e a composição da Régua de Resultado, instrumento imprescindível na comparação dos resultados e permitindo sua utilização e comparação no segundo estudo. Além disso, o presente estudo apresenta a estratégia metodológica do uso da

recomendação de Jogos no ensino da matemática baseado no método da análise diagnóstica e utilizando como avaliação educacional a teoria de resposta ao item (TRI), para validar os jogos recomendados na aplicação do sistema junto a turmas de 1º ano do ensino médio. Através do teste das hipóteses levantadas nesse estudo, constatou-se que o uso de recomendação aliado a uma avaliação diagnóstica previa que indicasse jogos, levando em consideração os interesses, especificidades, e as necessidades pedagógicas e metodológicas de cada aluno, que pode ser comparado utilizando a Régua dos Resultados para validar os jogos recomendados na aplicação do sistema, constitui-se um eficiente instrumento de ensino-aprendizagem da Matemática e uma importante contribuição desse estudo.

7.2 Trabalhos Futuros

Essa dissertação aponta novos caminhos e nova metodologia para o ensino de conteúdos e habilidades matemáticas nas escolas públicas e particulares do ensino médio. Através da análise diagnóstica, tratamento dos resultados encontrados e recomendação do uso de jogos específicos para cada aluno criamos um modelo que considera os interesses, particularidades, necessidades, dificuldades metodológicas e de aprendizagem, promovendo maior desenvolvimento de habilidades e competências, apropriação e produção de conhecimentos, raciocínio matemático lógico e maior aporte cognitivo.

Como sugestões para trabalhos futuros, desenvolvimento de novas aplicações e realização de novos estudos de caso. São apresentadas a seguir, as perspectivas para o prosseguimento dessa pesquisa:

- Criação de um sistema de recomendação de jogos que se utilize da análise diagnóstica, tratamento de resultados e a Teoria de Resposta ao Item, como forma de promover mudanças significativas no desenvolvimento cognitivo de alunos no ensino fundamental e médio, bem como no ensino superior, gerando recomendações de jogos que partindo da individualidade de cada aluno, respeite seus interesses, particularidades, necessidades e dificuldades metodológicas e de aprendizagem de forma automática, independente da Plataforma utilizada.

- Aplicação sistemática em uma nova escola, pelo período de um semestre letivo completo, considerando a Plataforma como auxílio no desenvolvimento de habilidades e competências no ensino da matemática, bem como apropriação e produção de novos conhecimentos e conteúdos;
- Investigar a questão da formação das duplas produtivas e ou grupos para resolução de problemas no ensino da matemática, seus benefícios e contribuições testando uma metodologia de conteúdo colaborativo na aplicação dos temas e conteúdos;
- Formação de duplas produtivas e trabalhos em grupo entre os alunos, no intuito de desenvolver a capacidade de trabalho em grupo, sociabilidade e desenvolvimento do espírito de liderança e com isso observar e tentar reduzir o egocentrismo anacrônico e suas individualidades, características encontradas em estudantes do ensino médio;
- Verificar ao longo do tempo se com a melhora no desempenho e entendimento da matemática ocorreu um aumento significativo na procura por profissões ligada as ciências exatas ou até mesmo se o “medo” da matemática se diluiu propiciando a procura por áreas técnicas que utilizam a matemática como pressuposto necessário.
- Analisar o desempenho dos estudantes nos programas de avaliação do aluno (PISA), no ensino da matemática e na resolução de problemas que utilizem o raciocínio lógico matemático em seu cotidiano.
- Analisar se os dados não trabalhados nesse estudo tais como: tempo de utilização dos jogos, jogos mais selecionados, número de dias utilizados, as maiores pontuações em cada jogo, as escolhas dos jogos recomendados, os horários e dias de maiores utilização, e outras métricas de usabilidades e desempenho podem interferir no aumento significativo dos conteúdos e temas propostos, sanando assim as dificuldades preexistentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADOMAVICIUS, G.; TUZHILIN, A., Toward the next generation of recommender systems: a survey of the state-of-the-art e possible extensions. IEEE Transactions on Knowledge e Data Engineering. Piscataway, v.17 n.6, p.734-749, Jun. 2005.

AGGARWAL, C. C. et al. Horting hatches an egg: a new graph-theoretic approach to collaborative filtering. In: ACM SIGKDD INTERNATIONAL CONFERENCE ON KNOWLEDGE DISCOVERY & DATA MINING,5., 1999, San Diego. Proceedings ... New York, 1999. p. 201-212.

ALMEIDA, Paulo Nunes de. Educação Lúdica - técnicas e jogos pedagógicos. São Paulo: Edições Loyola, 1987

ALVES, E.M.S.. A ludicidade e o ensino da Matemática: uma prática possível. 5.ed. Campinas: Papirus, 2009

ANDRADE, D. F.; TAVARES, H. R. Comparando os rendimentos de várias populações através da Teoria de Resposta ao Item. IN: 14º SINAP – Simposion Nacional de Propabilidade e Estatística, 2000, Caxambu. Resumos... São Paulo: ABE – Associação Brasileira de Estatística, 2000.

ANDRADE, D. F; TAVARES, H. R; VALLE, R. C. Teoria da Resposta ao Item: conceitos e aplicações. São Paulo: ABE – Associação Brasileira de Estatística, 2000.

ANDRIOLA, W. D. Equidade na avaliação da aprendizagem: análise comparativa entre escolas públicas e privadas da Teoria de Resposta ao Item – TRI. IN: ANDRIOLA, W. D.; MACDONALD, B. C. (Org.). Avaliação educacional. Navegar é preciso. 1.ed. Fortaleza: Editora da Universidade Federal do Ceará, 2004. P. 15 – 40.

ANSARI, A. et al. Internet recommendation systems, Journal of Marketing Research, Chicago, Ill, v.37, n.3, p. 363-375, Aug. 2000.

BAEZA-YATES, R.; RIBEIRO-NETO, B. Modern information retrieval. E

dinburgh Gate: Addison-Wesley, 1999.

BALABANOVIC, M. ; SHOHAM, Y. Fab: content-based, collaborative recommendation. Communications of the ACM , Nova York, v.40, n.3, p. 66-72, Mar. 1997.

BORBA, Marcelo de Carvalho (Org.). Pesquisa qualitativa em educação Matemática. Organizado por Marcelo de Carvalho Borba e Jussara de Loiola Araújo; autores: Dario Fiorentini, Antônio Vicente Marafioti Garnica, Maria Aparecida Viggiani Bicudo. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.

BILLSUS, D. ; PAZZANI, M. User modeling for adaptive news access. User modeling and user-adapted interaction, Dordrecht, v.10, n.2-3, p. 147-180, 2000.

BORIN, J. Jogos e resolução de problemas: uma estratégia para o ensino de matemática. São Paulo: CAEM – IME/USP, 1995.

BREESE, J. ; HECKERMAN, D. ; KADIE, C. Empirical analysis of predictive algorithms for collaborative filtering. In: CONFERENCE ON UNCERTAINTY IN ARTIFICIAL

INTELLIGENCE, 14., 1998. Madison. Proceedings ... Madison: University of Wisconsin Business School, 1998. p. 43–52.

CATAO, F. In. FILHO & POZZOLI, ética no novo milênio: “busca do sentido da vida”. São Paulo: LTr, 2005

CAZELLA, S.C. et al. Um modelo para recomendação de artigos acadêmicos baseado em filtragem colaborativa aplicado a ambientes moveis 2008. Revista Novas Tecnologias na Educação, UFRGS, 2008.

CAZELLA, S.C. et al. Desenvolvendo um Sistema de Recomendação de Objetos de Aprendizagem baseado em Competências para a Educação: relato de experiências, 2012 Anais do 23º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE-2012).

CHATEAU, J. O Jogo na criança. São Paulo, 1987.

D'AMBROSIO, U. Da realidade à ação: reflexões sobre educação e matemática. 4. ed. Campinas: Summus, 1994.

D'AMBROSIO, U. Educação Matemática: Da Teoria à Prática. Papirus Editora, 14 Edição, Campinas, p80, 2007.

D'AMBROSIO, U. Educação para compartilhar desenvolvimento e sustentabilidade, n:15, p11-20, 2007.

Editora UFPR.

FERRAREZI, L. A. A importância do jogo no resgate do ensino de geometria. In: Anais do VIII ENEM – UFPE, Recife, 2004.

FILATRO, A. Design instrucional na prática. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2008. IEE. (2002) Draft standard for Learning Object Metadata.

FILATRO, A. Design instrucional na prática. São Paulo: Parson Education, 2008.

FLEMMING, D.M, COLLAÇO DE MELLO, A.C. Criatividade Jogos Didáticos. São José: Saint-Germain, p.25, p.143, 2003.

FLETCHER, F. R. A Teoria de Respostas ao Item: medidas invariantes do desempenho escolar. Ensaio. 1994.

FREIRE, P. Carta de Paulo Freire aos professores. Estud. av., São Paulo, v. 15, n.42, 2001.

FREIRE, P. Educação como prática de Liberdade. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.

FREIRE, P. Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FOLTZ, P. W. ; DUMAIS, S. T. Personalized information delivery: an analysis of information Filtering methods. Communications of the ACM, New York, v.35, n.12, p. 51-60, Dec., 1992.

GADOTTI, Moacir. LIÇÕES DE FREIRE. Rev. Fac. Educ., São Paulo, v. 23, n. 1-2, 1997.

GARDEN, M. ; DUDEK, G. Semantic feedback for hybrid recommendations in Recommendz. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ETECHNOLOGY, E-COMMERCE AND E-SERVICE. 2005, Hong Kong. Proceedings ... Los Amitos , 2005.

GATTI, B. Desenvolvimento de projetos de avaliação do sistema educacional no estado de São Paulo. Estudos em Avaliação Educacional, São Paulo, Nº 13, P. 19 – 26, JAN – JUN, 1996.

GOODWIN, F.C. Teses e dissertações sobre jogos matemáticos nos programas de Pós Graduação em Educação. Instituto de Ciências Exatas, ICEX Belo Horizonte maio 2011.

GOLDBERG, D. et al. D. Using collaborative filtering to weave an information tapestry. Communications

of the ACM, New York, v. 35, n.12, p. 61-70, Dec. 1992.

GRANDO, R.C. O Jogo e suas Possibilidades Metodológicas no Processo Ensino-Aprendizagem da Matemática. Campinas, SP,1995. 175p. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Educação, UNICAMP.

GRANDO, R.C. A construção do conceito matemático no jogo. Revista de Educação Matemática. SBEM-SP, ano 5, N.3, p. 13-17, 1997.

GRANDO, R.C. O conhecimento matemático e o uso de jogos na sala de aula. Universidade Estadual de Campinas, 2000.

HERLOCKER, et al. An algorithm framework for performing collaborative filtering. In: ANNUAL INTERNATIONAL ACM SIGIR CONFERENCE ON RESEARCH AND DEVELOPMENT IN INFORMATION RETRIEVAL, 22., 1999, Berkeley. Proceedings ... Nova York, 1999. p. 77-87.

HERLOCKER, J. Understanding and improving automated collaborative filtering systems. 2000.Dissertation (Ph.D). University of Minnesota. Disponível em: <http://web.engr.oregonstate.edu/~herlock/papers.html>. Acesso em: 2013.

JESUS, Marcos A. S. de. jogos Na Educação Matemática: Annálise de uma proposta para 5a série do ensino fundamental. Campinas - São Paulo: UNICAMP, Dissertação de Mestrado , 1999.

LARA, I.C.M.. Jogando com a Matemática na Educação Infantil e Séries Iniciais. São Paulo: Rêspel, 2003

KONSTAN, J. et al. GroupLens: applying collaborative filtering to usenet news. Communications of the ACM, New York, v. 40, n.3, pg. 77-87, Mar. 1997.

KISHIMOTO, T.M. (ORBS) Formação em contexto: uma estratégia de integração. São Paulo: Pioneira, p. 41-88, p. 146, 2002.

KISHIMOTO, T.M. Jogos tradicionais infantis: O jogo, a criança e a educação. Petrópolis: Vozes, 1993

KISHIMOTO, T.M. O brincar e suas teorias. Cengage Learning Editores, 2008.

KITTS, B. ; FREED, D. ; VRIEZE, M. Cross-sell: a fast promotion-tunable customer-item recommendation method based on conditional independent probabilities. In: ACM SIGKDD INTERNATIONAL CONFERENCE

ON KNOWLEDGE DISCOVERY AND DATA MINING, 6., 2000, Boston. Proceedings ... New York, 2000. p. 437–446.

LORD, F. M. A theory of test scores. Psychometrics Monograph, V. 7, 1952.

Maria, A.D. (2009) REFLEXÕES SOBRE O ENSINO/APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA: O PAPEL DO PROFESSOR, EVATA/FAVAP, 2009.

MCCAREY, F. ; CINNEÍDE, M. Ó.; KUSHMERICK, N. Rascal: a recommender agent for agile reuse. Artificial Intelligence Review, Dordrecht, v. 24, n. 3-4, p. 253-276, Nov. 2005.

MOBASHER, B. ; COOLEY, R. ; SRIVASTAVA, J. Automatic personalization based on web usage mining. Communications of the ACM, New York, v.43, n.8, p. 142–151, Aug. 2000.

MORIN, E. O método I – A natureza da natureza. 2. ed. Portugal, Publicações Europa-América. 1980.

MORIN, E. Amor, poesia, sabedoria. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1998.

MORIN, E. O paradigma perdido: a natureza humana. 4ª edição, Portugal, Publicações Europa-América, 1973.

MORIN, E. Os sete saberes necessários à educação. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/EdgarMorin.pdf>>. Acessado em: janeiro 2013.

MURCIA, J. A. M. (org.). Aprendizagem Através do Jogo. Trad. Valério Campos. Porto Alegre: Artmed, p.10, 2005.

MUÑIZ, J. (2010). Las teorías de los tests: Teoría Clásica y Teoría de Respuesta a los Ítems. Papeles del Psicólogo, 31(1), 57-66.

Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais, (1ª a 4ª Série) PCN, Secretaria de Educação fundamental - Matemática, Ministério de Educação e Desporto, MEC/SEF, p.31, 1998.

NUNES, C. H. S. S., & Primi, R. (2009). Teoria de Resposta ao Item: Conceitos e aplicações na Psicologia e na Educação. Em: C. S. Hutz (Org.). Avanços e polêmicas em avaliação psicológica, (pp. 25-69). São Paulo: Casa do Psicólogo.

PAIVA, R. et al., Uma ferramenta para Recomendação Pedagógica Baseada em Mineração de Dados Educacionais, 2013, Anais do II Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE), 2013.

PADOVANI, S. M., Navegação em Hiperfídia: uma abordagem centrada no usuário. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.

PADOVANI, S.M. Avaliação Ergonômica de Sistemas de Navegação em Hipertextos Fechados. Rio de Janeiro. PUC-Rio. Dissertação de Mestrado. 1998.

PASQUALI, L. A Teoria de Resposta ao Item – TRI: Uma introdução. IN: PASQUALI, L. (ORG.). Teoria e Métodos de Medida em Ciências do Comportamento. 1ed. Brasília. MEC/SEDIAE – INEP, 1996, V.1, P. 173 – 195.

PASQUALI, L., & Primi, R. (2007). Fundamentos da Teoria da Resposta ao Item – TRI. Em L. Pasquali (Org.). Teoria de resposta ao Item: TRI, (11-28). Brasília, Distrito Federal: Editora UNB.

PERRENOUD, P. Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens - entre duas lógicas. Tradução Patrícia Chittoni Ramos. Porto Alegre: Artes Médicas Sul. 1999.

PETRAGLIA, I.C. Complexidade e auto-ética. Revista Científica do Centro Universitário Nove de Julho, São Paulo, Vol. 2, N.1. Junho 2000.

PIAGET, J. Para Onde Vai a Educação? Rio de Janeiro: José Olympo , 9ª edição, 1988.

RESNICK, P. et al. GroupLens: an open architecture for collaborative filtering of netnews. In: CONFERENCE ON COMPUTER SUPPORTED COOPERATIVE WORK, 1994, Chapel Hill. Proceedings ... New York: ACM, 1994. p. 175-186.

RESNICK, P. e Varian, H.R. Recommender Systems, Communications of the ACM, New York, v.40, n.3, p. 56-58 Março 1997 Vol. 40, nº 3.

RESNICK, L. B.; FORD, W. W. O ensino da matemática e seus fundamentos psicológicos. Tradução: Alejandro Pareja. Barcelona, Espanha: Paidós, M.E.C., 1998.

RESNICK, P. et al. Reputation systems. Communications of the ACM, New York, v.43, n.12, p. 45-48, Dec. 2000.

RICCI, Francesco; ROKACH, Lior; SHAPIRA, Bracha; KANTOR, PAUL B. Recommender Systems Handbook.

Springer, 2011.

ROMANELLI, Otaíza de Oliveira. História da Educação no Brasil. 25.^a edição - Petrópolis: Vozes, p33, 2001.

SACRAMENTO, I. Palestra 17 – Dificuldades de aprendizagem em Matemática – 19 de Setembro I Simpósio Internacional do Ensino da Matemática – Salvador Ba 18 a 20 de setembro de 2008.

SAVIANI, D. Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações. 8^a edição Coleção Editora Contemporânea, Campinas: Autores Associados, p3, p15, 2003.

SALTON, G. Automatic text processing. Reading: Addison-Wesley, 1989.

SARWAR, B. et al. Application of dimensionality reduction in recommender systems: a case study. In: ACM WEBKDD WORKSHOP, 2000, Boston. Proceedings ... New York: ACM, 2000.

SARWAR, B. et al. J. Item-based collaborative filtering recommendation algorithms. In: INTERNATIONAL WORLD WIDE WEB CONFERENCE, 10., 2001, Hong Kong. Proceedings ... New York: ACM, 2001.

SCHAFER, J. ; KONSTAN, J.; RIEDL, J. Recommender systems in e-commerce. In: ACM CONFERENCE ON ELECTRONIC COMMERCE, 1., 1999. Denver. Proceedings ... New York, 1000.

SHARDANAND, U. ; MAES, P. Social information filtering: algorithms for automating “word of mouth”. In: SIGCHI CONFERENCE ON HUMAN-FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 1995, Denver. Proceedings ... New York: ACM, 1995. p. 210-217.

SMOLE, K. C. S. A matemática na educação infantil: a teoria das inteligências múltiplas na prática escolar. reimpr. rev. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, p. 69, 2000.

SMOLE, K. C. S.; CANDIDO, P. T.; STANCANELLI, R. Matemática e Literatura Infantil. 3. Ed. Belo Horizonte: LÊ, 1998.

TAROUCO, L.M.R. et-al Objetos de aprendizagem para M-Learning, Anais do Congresso Nacional de Tecnologia da Informação e Comunicação, Florianópolis, 2004.

VASCONCELOS, Cláudia Cristina. Ensino aprendizagem da matemática: velhos problemas, novos desafios. Revista Millenium nº 20. São Paulo, 2009.

VIANNA, H. N. Testes em educação. Ed. Ibrasa Inst. Brasileira de Difusão Cultural LTDA. São Paulo – S.P., 1973.

VYGOTSKY, Lev Semynovitch. Pensamento e linguagem. São Paulo: Martins Fontes, 1979.

WILEY, D. Learning Object Design and Sequencing Theory, 200 [Tese]. Provo: Wriham Young University, 2000, 35f.

XAVIER, M.E.S.P. Poder político e educação de elite. São Paulo: Cortez, 1992.

ZARIFIAN, P. Objetivo competência. São Paulo: Atlas, 2000.

ZARIFIAN, P. O modelo da competência: trajetória histórica, desafios atuais e propostas. São Paulo: SENAC/SP, 2003.

ZARIFIAN, P. Objetivo competência: por uma nova lógica. São Paulo: Atlas, 2001.

APÊNDICE

Instrumento de Coleta de Dados

Nome do Estudante: _____ Nome do Município: _____
 Nome da Unidade Escolar: _____ - Turma: _____ - 1º ano - Data: ____/____/2013



1ª Questão: Se a é um número natural, a expressão abaixo que é equivalente a a^8 é:

- (a) $a^4 + a^4$ (d) $\frac{a^{16}}{a^2}$
 (b) $a^{10} - a^2$ (e) a^4
 (c) $a^6 \cdot a^2$ (f) NS/NR

2ª Questão: \mathbf{Z} é o conjunto dos números inteiros, \mathbf{A} é o intervalo $[-\sqrt{7}, 2[$. O número de elementos do conjunto $\mathbf{A} \cap \mathbf{Z}$ é:

- (a) 0 (d) 3
 (b) 1 (e) 4
 (c) 2 (f) NS/NR

3ª Questão: Considere a reta real e os números A e B indicados na figura:



Podemos garantir que o produto $A \cdot B$ é um número real situado entre:

- (a) B e 1 (d) 0 e A
 (b) 0,5 e B (e) 1 e 2
 (c) A e 0,5 (f) NS/NR

4ª Questão: O maior inteiro pertencente ao intervalo real $[-\sqrt{11}, -\frac{1}{2}]$ é:

- (a) -1
 (b) -2
 (c) -3
 (d) -4
 (e) -5
 (f) NS/NR

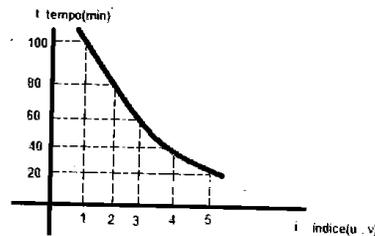
5ª Questão: Existe um único número natural menor que 50 que quando dividido por 3 e por 5 não deixa resto e quando dividido por 4 deixa resto 1. Este número é o:

- (a) 25 (d) 40
 (b) 30 (e) 45
 (c) 35 (f) NS/NR

6ª Questão: Uma empresa de creme de barbear realizou uma exposição e distribuiu 364 brindes ao longo dos dias do evento. Ofereceu 11 brindes por dia, até que restou um único brinde distribuído no último dia. Quantos dias durou a exposição?

- (a) 30
 (b) 31
 (c) 32
 (d) 33
 (e) 34
 (f) NS/NR

7ª Questão: Para cada tipo de pele, o tempo máximo, em minutos, de exposição ao sol de forma a não queimar a pele, é dado por $t = \frac{K}{i}$, onde K é um constante que caracteriza o tipo de pele e i é o índice de radiação solar ultravioleta (u.v). O gráfico abaixo apresenta essa relação para pessoas morenas.



Analisando este gráfico, pode-se concluir que o tempo máximo, em minutos, que uma pessoa morena deve se expor ao sol num dia cujo índice de radiação ultravioleta é igual a 2 é de:

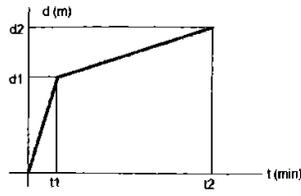
- (a) 90 (d) 60
 (b) 80 (e) 40
 (c) 70 (f) NS/NR

8ª Questão: O preço de venda, em reais, de determinado carro é dado por $P = -2000t + 35000$, $0 \leq t \leq 15$, onde t é a idade do carro em anos. Se um desses carros foi comprado em 2012, em que ano ele estará valendo R\$ 15.000,00?

- (a) 2016
 (b) 2018
 (c) 2020
 (d) 2022
 (e) 2024
 (f) NS/NR

9ª Questão: Guilherme saiu de casa para a escola a pé. Fez uma parte do percurso andando e outra correndo.

O gráfico mostra a distância percorrida por Guilherme de casa até a escola. A distância está expressa em metros e o tempo, em minutos.



Analisando o gráfico é possível afirmar que:

- (a) Guilherme percorre metade da distância correndo e a outra metade andando.
- (b) Guilherme percorre uma distância maior andando do que correndo.
- (c) Guilherme esteve mais tempo correndo do que andando.
- (d) Guilherme iniciou o percurso correndo e terminou andando.
- (e) A análise do gráfico não permite decidir pela veracidade das afirmações anteriores.
- (f) NS/NR

10ª Questão: O aparelho de ar condicionado do teatro da escola não está funcionando bem e deve ser desligado durante algum tempo para esfriar seu compressor. Sabe-se que a temperatura, em graus Celsius, do teatro t horas após o desligamento do aparelho é dada por $T = 21 + 4t$, T (em graus Celsius) e t (em horas).

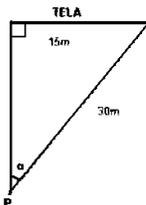
Num determinado dia, o aparelho foi desligado às 10 horas. Se interrompermos o ensaio quando a temperatura atingir 30°C , ensaiaremos até:

- (a) 13h 15min
- (b) 13h 00min
- (c) 12h 45min
- (d) 12h 30min
- (e) 12h 15min
- (f) NS/NR

11ª Questão: Guilherme está sentado no ponto P que corresponde à última cadeira da última fila de uma sala de cinema, esquematizada na figura. Ele vê a tela segundo um ângulo α .

Considerando a tela com 15m e a distância de 30m de Guilherme até uma das extremidades da tela, conforme a figura, podemos afirmar que o ângulo de visão de Guilherme é:

- (a) 20°
- (b) 25°
- (c) 30°
- (d) 35°
- (e) 40°
- (f) NS/NR



12ª Questão: O conjunto A tem 15 elementos e o conjunto $A \cup B$ possui 17 elementos. Assim, podemos afirmar que B tem um número de elementos no mínimo igual a:

- (a) 2
- (b) 3
- (c) 5
- (d) 10
- (e) 15
- (f) NS/NR

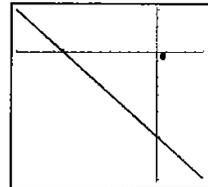
13ª Questão: O tanque de gasolina do meu carro comporta 56L. Admita que a bomba de gasolina, que uso para abastecer o carro, coloca 12L de combustível por minuto. Se ao parar para abastecer, ainda havia 4L de gasolina no tanque, o tempo necessário para encher o tanque de gasolina foi de:

- (a) 4min 12seg
- (b) 4min 20seg
- (c) 4min 33seg
- (d) 4min 52seg
- (e) 4min 56seg
- (f) NS/NR

14ª Questão: Todos os alunos do 3º ano possuem perfil no Facebook ou no Orkut. 90% estão no Facebook e 40% no Orkut. O percentual dos alunos que têm perfil em ambos é:

- (a) 50%
- (b) 40%
- (c) 30%
- (d) 20%
- (e) 15%
- (f) NS/NR

15ª Questão: A figura representa a função do 1º grau $y = ax + b$.



O gráfico nos permite concluir que:

- (a) $a > 0$
- (b) $b > 0$
- (c) $a + b > 0$
- (d) $a + b = 0$
- (e) $a \cdot b > 0$
- (f) NS/NR

Pesquisa Jogos Educativos em Matemática

1. Por favor, entre com o seu Nome ou ID fornecido para utilização dos jogos.

* 2. Como foi a sua experiência com a plataforma do SESI Matemática?

- Ótimo
- Bom
- Regular
- Fraco
- Insuficiente

* 3. Você acha importante a utilização de jogos educativos em sala de aula?

- Sim
- Não

* 4. Você utilizou os jogos educativos com algum colega? Ou em Grupo?

- Sim
- Não

* 5. A sua experiência com jogos educativos foi positiva ou negativa? Como foi o seu contato com a utilização dos jogos educativos?

- Sim
- Não

6. Utilizaria para obter conhecimento sobre novos temas?

7. Qual o número natural menor que 60 que quando dividido por 3 e por 7 não deixa resto, e quando dividido por 4 deixa resto 1. Qual é esse número?

8. Uma fábrica de bebidas vendeu 433 refrigerantes. A cada dia ela vende 11 refrigerantes e restaram 4 no último dia, por quantos dias ela vendeu refrigerantes?

9. Qual o valor natural, a mais próximo de 100, equivalente a a^{20} / a^2 ?

- (a) a^3
- (b) a^{18}
- (c) a^{19}
- (d) a^{22}
- (e) a^{20}
- (f) NS/NR

10. Qual a resposta da questão anterior?

11. Sobre a reta real e os pontos A e B indicados na figura:

12. Se o produto $A \cdot B + 0,3$ é igual a m , qual o valor de m ?

- (d) B e 2,5
- (e) 2 e 2,5
- (f) NS/NR

13. Qual a resposta da questão anterior?

14. Um ponto P está situado em uma cadeira da última fila de uma sala de cinema. Ele vê a tela esquematizada na figura seguinte, um ângulo alpha. Considerando a distância de 8 metros de João até a tela com metros $4\sqrt{2}$ e a distância de João até a tela conforme a figura seguinte, qual o ângulo de visão de João?

- (a) 30°
- (b) 45°
- (c) 60°
- (d) 30°
- (e) 45°
- (f) 60°

15. Qual a resposta da questão anterior?

6. Utilizaria novamente os jogos educativos?

- Sim
- Não

* 7. Existe um único número que satisfaz a equação $x^2 - 10x + 21 = 0$?

- (a) 21
- (b) 30
- (c) 10
- (d) 45
- (e) 49
- (f) NR/NS

* 8. Uma fábrica de bebidas vendeu 433 refrigerantes. A cada dia ela vende 11 refrigerantes e restaram 4 no último dia, por quantos dias ela vendeu refrigerantes?

- (a) 39 dias
- (b) 37 dias
- (c) 35 dias
- (d) 41 dias
- (e) 60 dias
- (f) NR/NS

8ª Questão: Se a é um número natural, qual o valor de $a^2 - a$ quando $a = 10$?

- (a) $a^2 + a^2$
- (b) $a^{12} - a^2$
- (c) $a^3 \cdot a^2$
- (d) $a^2 - a$
- (e) $a^2 - a^2$
- (f) $a^2 - a^2$

* 9. Qual a resposta da questão anterior?

- (a) A
- (b) B
- (c) C
- (d) D
- (e) E
- (f) F

9ª Questão: Considere os números A e B indicados na figura:

Podemos garantir que a soma dos números A e B é igual a:

- (a) 0 e 0,5
- (b) 0,5 e B
- (c) 0,5 e A

* 10. Qual a resposta da questão anterior?

- (a) A
- (b) B
- (c) C
- (d) D
- (e) E
- (f) F

10ª Questão – João está sentado em uma cadeira da última fila de uma sala de cinema. Ele vê a tela esquematizada na figura seguinte, um ângulo alpha. Considerando a distância de 8 metros de João até a tela com metros $4\sqrt{2}$ e a distância de João até a tela conforme a figura seguinte, qual o ângulo de visão de João?

- (a) 30°
- (b) 45°
- (c) 60°
- (d) 30°
- (e) 45°
- (f) 60°

* 11. Qual a resposta da questão anterior?

- (a) A
- (b) B
- (c) C
- (d) D
- (e) E
- (f) F

Concluído

Alunos da Superintendência de Educação do Estado de São Paulo
Crie seus próprios questionários online gratuitos agora!

Figura 14 Questionário após utilização dos jogos recomendados

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Título da Pesquisa: Modelo de Recomendação de Objetos de Aprendizagem (Jogos) baseado em seleção de conteúdo no ensino da matemática (SESI Matemática).

Pesquisador (es) responsável (is): Walkir A.T. de Brito, aluno do Programa de Pós-Graduação em informática da Universidade Federal do Rio de Janeiro UFRJ.

Instituição/Departamento: PPGI/UFRJ

Telefone para Contato: 21 983169884

Local da Coleta dos Dados: Escola

Prezado (a) Senhor (a):

Estamos fazendo um convite para que seu filho (a) participe como voluntário de uma pesquisa sobre a utilização de jogos educacionais no ensino da matemática, e para isso é muito importante que você compreenda as informações e instruções contidas neste documento.

Objetivo do Estudo: Esta pesquisa pretende testar novas estratégias que possibilitem um novo enfoque no ensino da matemática. Apoiar o professor na organização de materiais e situações de aprendizagem que estimulem o interesse, a curiosidade e o espírito de investigação através da utilização de desafios e jogos educativos no ensino da matemática. Acreditamos que seja importante porque ajuda o estudante a resolver situações problemas sabendo validar estratégias e resultados desenvolvendo formas de raciocínio e processos de: intuição, dedução, analogia e estimativa utilizando-se de conceitos e procedimentos matemáticos. Para sua realização os procedimentos que consistem são: um levantamento do conhecimento do estudante sobre o tema, submetido a um modelo de recomendação, que por sua vez irá indicar quais os desafios e jogos educativos matemáticos que irão auxiliar no desenvolvimento de suas habilidades e competências. Cada estudante terá seu tema e jogo direcionado individualmente de acordo com sua habilidade, podendo assim obter o melhor resultado possível de acordo com suas necessidades. Cabe ressaltar que, a participação constará de forma voluntária para o estudo e que as informações fornecidas terão privacidade garantida pelos pesquisadores responsáveis e os sujeitos da pesquisa não serão identificados, mesmo quando os resultados desta pesquisa forem divulgados em qualquer forma.

Benefícios: Esta pesquisa trará maior conhecimento sobre o tema abordado, possibilitando futuras ações no ensino da matemática, além de fornecer um instrumento individualizado ao estudante para seu desenvolvimento através dos jogos educativos despertando o interesse e estimulando a resolução de problemas.

Riscos: A participação dos estudantes nessa pesquisa não representará qualquer risco de ordem física ou psicológica, nem irá interferir em seu rendimento escolar ou implicar em aumento de notas ou rendimento acadêmico.

As informações desta pesquisa serão confidenciais, e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação.

Ciente do que foi anteriormente exposto, eu _____, estou de acordo da participação do estudante _____ em participar desta pesquisa, assinando este consentimento.

SP, ____ de novembro de 2013.

Assinatura

ANEXOS:

ESTRUTURA DAS FUNCIONALIDADES DA PLATAFORMA:

Em seguida será apresentada toda a estrutura das funcionalidades, bem como os passos necessários para a utilização da plataforma no estudo.



Tabela 1 – Estrutura das Funcionalidades na Plataforma SESI Matemática

1.1 CONFIGURE SUA ESCOLA

Ao entrar na plataforma o usuário deve escolher o Nome para a escola, digitar no campo indicado por “Inserir o nome da escola aqui”. Deve em seguida clicar em “Cadastro” para ser transferido para a página de cadastro onde deverá inserir os dados da sua conta (fornecidos pelo responsável do estudo na plataforma do programa SESI Matemática). Na Figura 5.1, temos

o exemplo da tela desse procedimento.



Figura 1.1 Configuração da Escola para utilizar a Plataforma

Deve-se escolher uma URL única para a escola e que realmente tenha algum significado aos alunos, pois os alunos utilizaram essa informação para entrar no site. Na Figura 1.2, podemos ver a tela onde será feito o login, e também o currículo apropriado. Cabe ressaltar que, escolhemos trabalhar com o Currículo Nacional Brasil SESI, visto que contempla todo o currículo mínimo adaptado e exigido pelos órgãos reguladores.

The image shows a form for configuring school settings. The first section is titled 'Edite a URL da Escola' and includes the instruction 'Os seus alunos farão o login aqui'. Below this, the URL 'http://schools.mangahigh.com/' is followed by an input field containing 'contanovaescola', which is circled with a red dashed oval. A green checkmark is visible to the right of the input field. The second section is titled 'Escolha o seu currículo' and features a dropdown menu with 'Currículo Nacional Brasil (SESI)' selected, also circled with a red dashed oval. Below the dropdown is a checkbox labeled 'Li e concordo com os termos e condições* da Mangahigh'. At the bottom of the form is an orange 'Ativar Conta' button.

Figura 1.2 Definição da URL para acesso e Escolha do Currículo

1.3 ADICIONANDO TURMAS

Para adicionar a turma à escola criada na Plataforma SESI Matemática, deve-se criar um arquivo em formato de planilha eletrônica (.XLSX ou .CSV) com os seguintes campos: nomes, sobrenomes e turmas dos alunos em 3 colunas diferentes, conforme visto na Figura 1.3. Poderá, também, especificar os nomes dos usuários, senhas e identificadores únicos, se desejado.

Toda a turma que desejar carregar na plataforma deverá estar listada na mesma página da planilha eletrônica. Se desejar carregar nomes de usuários e senhas, deve-se respeitar a regra e estar ciente que os nomes de usuário precisam conter pelo menos uma letra e eles também precisam ser únicos.

	A	B	C	D	E	F
1	Elena	Santos	Turma A	483832	es483832	algebra
2	Mateus	Pereira	Turma A	483833	mp483833	leão
3	Davi	Amorim	Turma A	483834	da483834	matemática
4	Henrique	Batista	Turma B	483835	henribatista	483835
5	Ana	Bonfim	Turma B	483836	anabonfim	483836
6	Sofia	Rodrigues	Turma C	483837	sofia.rodrigues34	sofia
7						

Figura 1.3 Estrutura de Arquivo para Adicionar Turmas a Plataforma

Para importar a planilha eletrônica com os dados dos alunos e da turma criado anteriormente, entre na área “Admin.”, na barra de navegação no topo da página, clique em “Admin. Professores” no menu em cascata, conforme Figura 1.4.

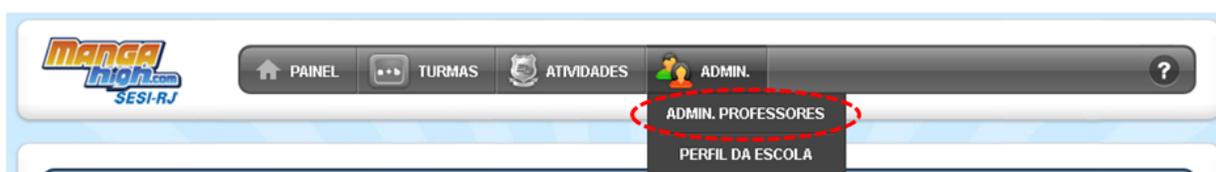


Figura 1.4 Importar Planilha com os dados da nova turma na Plataforma

Na página Admin. Professores, clique na aba “Importar/Atualizar”. Conforme Figura 1.5, e Carregue a planilha eletrônica no pé da página e clique em “Importar Nova Lista”.



Figura 1.5 Importar/Atualizar Planilha

Após o carregamento da planilha eletrônica, deverá escolher as sequências dos campos e das colunas dentre as opções encontradas, que deverá ser importado, conforme Figura 1.6.

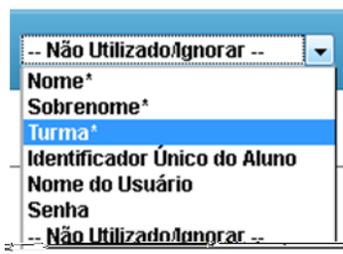


Figura 1.6 Escolha dos Campos Importados

O próximo passo será especificar se a lista que está carregando é uma Lista de Alunos Completa ou uma Lista de Alunos Parcial. Na figura 1.6, podemos observar que nesse procedimento poderá fazer uma classificação entre alunos novos e alunos já existentes ou não selecionar os alunos ausentes.

Após o carregamento, o sistema fará a correspondência de nomes semelhantes e perguntará se os nomes apresentados correspondem ao mesmo aluno ou não, conforme Figura 1.8. Se os nomes pertencerem a um mesmo aluno, eles deverão permanecer ligados. Se os nomes apresentados forem de dois alunos distintos, precisará desfazer a ligação no meio dos dois nomes. Esse processo é essencial para assegurar que os dados dos alunos sejam mantidos e que contas múltiplas não sejam criadas para um mesmo aluno. O processo de correspondência é particularmente útil quando for fazer a atualização das turmas dos alunos no início de um novo ano letivo, por exemplo.



Figura 1.9 Correspondência entre os Alunos

Quando chegar ao estágio da correspondência manual, no final do assistente de atualização, será preciso especificar o que deverá acontecer com cada uma das contas dos alunos sob análise, conforme Figura 1.9. Para registros já existentes, poderá designar a conta do aluno como ausente ou como inalterada. Para novos registros, poderá designar os alunos como novatos ou pedir que o sistema ignore o novo dado. Pode-se também, a opção de ligar nomes que não foram processados durante o processo de correspondência automática.

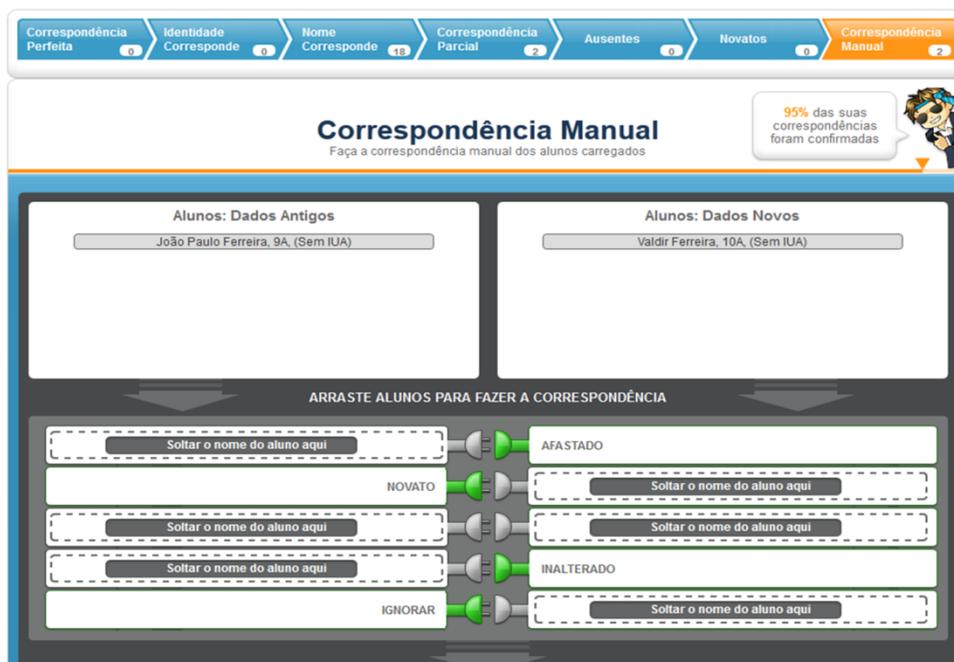


Figura 1.10 Correspondência Manual

Após concluir o processo, clique no botão “Confirmar as Correspondências nesta Categoria”. E será mostrada a página que apresenta a visão geral da turma conforme Figura 1.10, que mostrará os novos dados carregados. Escolha a turma desejada, no menu em cascata para ver os dados para login de todos os alunos naquela turma.

Cabe ressaltar que, se carregou os seus próprios nomes dos usuários e senhas, esses não aparecerão na sua página “Admin. Professores” e precisará guardar um registro pessoal dessas informações. Os dados para login que forem listados na página “Admin. Professores” são os dados para login de reserva dos alunos.

Nome	Sobrenome	Identificador Único do Aluno	Turma	Identidade de Reserva do l
Jorge	Antunes da Silva		10A	23
Gabriela	da Fonte		10A	24
Maria Anunciada	da Graça Aranha		10A	25
Mônica Maria	da Silva Teles		10A	26
Jorge Miguel	Dias		10A	27
Henrinque	Dias da Silva		10A	28
Miguel	Donato		10A	29

Figura 1.11 Dados Importados de sua Turma na Plataforma

2.0 ACESSO DO ALUNO

Após a lista de turmas tiver sido carregada na plataforma serão gerados logins individuais para cada estudante. Para isso, deve-se ir para a aba “Admin.” no topo da página inicial e clicando em “Admin. professores”, conforme Figura 2.1.

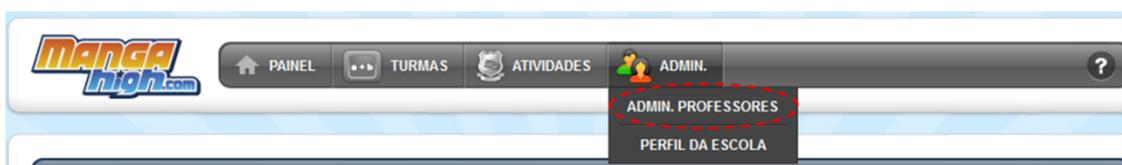


Figura 2.1 Área Admin. Professores na Plataforma

Selecione a turma no menu em cascata, Conforme Figura 2.2. Cada identidade e senha de reserva do usuário serão mostradas ao lado do nome. Você pode imprimir um PDF desses dados de login para distribuir aos alunos. Para imprimir, clique em “Imprimir todos logins”, Figura 2.3.

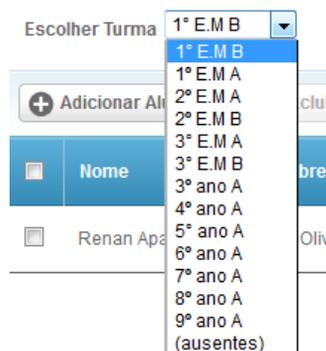


Figura 2.2 Escolha da Turma na Plataforma

Para se conectar a Plataforma, os alunos precisarão ir para a URL única da escola. Para encontrar isso, observe o topo da página “Admin. professores”:

“Seus alunos deverão acessar Mangahigh pela URL <http://schools.mangahigh.com/>**(final da sua URL)**”



Figura 2.3 Dados de Login para distribuir aos Alunos utilizarem a Plataforma

Quando os alunos se conectarem pela primeira vez, poderão criar os seus próprios detalhes de login, que serão mais fáceis de memorizar que os gerados automaticamente. Uma vez que isso tenha sido feito, os alunos poderão se conectar com os seus detalhes de login reserva e os detalhes de login que eles criaram.

Se foi especificado os nomes de usuário e senhas para os alunos no documento .XLSX ou .CSV, quando carregar a sua lista de alunos note que esses dados não serão mostrados no site, deverá manter um registro pessoal deles. As identidades do usuário e as senhas de reserva serão mostradas ao lado do nome dos alunos, e esses dados funcionarão adicionalmente aos detalhes que foi criado e fornecido.

2.4 PROPONDO DESAFIOS

Propor um desafio é equivalente a passar uma atividade para os alunos.

Para propor um desafio para os alunos, clique na aba “Turmas”, no topo da sua página inicial, e escolha a turma na lista suspensa, conforme Figura 2.15.



Figura 2.15 Escolhendo Turma para Propor Desafio na Plataforma

Ao acessar o Boletim da turma escolhida pela primeira vez, verá uma mensagem pedindo para que confirme o ano da turma. Isso irá definir a visualização padrão do Boletim para aquela turma, mas não restringirá o acesso a todos os demais conteúdos da Plataforma. Na visualização do currículo do Boletim, encontrará atividades apropriadas para a turma navegando pela estrutura do currículo. Clique nos painéis rosa e cinza para expandir ou reduzir o desdobramento dos painéis, Conforme Figura 2.16.

Podemos buscar atividades para propor para os alunos utilizando a funcionalidade de “Pesquisa”. Escolha a atividade que deseja propor da lista suspensa ou pressione a tecla Enter para ver a lista de atividades correlatas com o(s) termo(s) pesquisado(s) que poderá propor para os alunos.

Cabe Ressaltar que, nessa sessão que cadastramos os conteúdos específicos para cada aluno baseado no resultado da aplicação da Prova inicial e nas recomendações sugeridas, aqui selecionamos as opções das atividades apropriadas a cada uma das questões da prova para cada aluno. E também criamos os grupos de atividades que iremos testar no estudo de caso.

De acordo com a configuração padrão, os desafios são propostos com um prazo de vencimento de uma semana. Poderemos, também, propor um desafio para o(s) aluno(s) da turma que “Não tentou”, que foi “Reprovado” e que “Não passou” naquela atividade, conforme Figura 2.17.

Escolha o grupo para o qual deseja propor a atividade, a data de vencimento e inclua uma mensagem. A seguir, clique no botão “Propor”. Os alunos encontrarão a atividade na lista de atividades a fazer na próxima vez que visitarem a plataforma.

CURRÍCULO 5º ano - Ensino ...

ATIVIDADE PESQUISAR **divisão**

1 - Números Naturais e Sistema de Numeração ...
 1.1 - Identificar características do sistema de numeração decimal
 1.1.1 - Lendo e escrevendo números até 1.000
 1.1.2 - Colocando números inteiros em ordem até 1000
 1.1.3 - Continuar sequências numéricas em ordem
 1.2 - Reconhecendo valores posicionais

	23	11	4	0
HENRIQUE	●		●	
MARIA	●	●	●	
LIMA	●		●	
ALMEIDA	●			●
VALOIS	●	●	●	
FABIÊNÍ	●	●	●	
FERRAZ	●			
BERTI	●	●	●	
PINTO	●	●	●	
GABRIEL	●	●	●	

Divisão com frações
 Encontrando resto após a divisão
 Ioe Ioe Maybe - Estimativa com multiplicação e divisão
 Cálculo mental de multiplicação e divisão
 Divisão com decimais
 Sundae Times Lite - Multiplicação e divisão até 5
 Cálculo mental de multiplicação e divisão com decimais
 Divisão
 Métodos rápidos para divisão
 Multiplicação e divisão de números inteiros por 10, 100 e 1.000

Símbolos: ○ Desafio ativo ● Medalha conquistada ● Reprovado

Figura 2.16 Escolhendo as atividades proposta para a Turma e/ou para cada Aluno na Plataforma

Para propor um desafio para os alunos, clique no nome da atividade e, na sequência, na seta que aparecerá. A seguir, clique na opção “Propor novo desafio”.

CURRÍCULO 5º ano - Ensino ...

ATIVIDADE PESQUISAR divisão

	19	10	0	14	16	0	2	1	1	0	12	8
HENRIQUE	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
MARIA	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
LIMA	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
ALMEIDA	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
VALOIS	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
FABIÊNÍ	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
FERRAZ	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
BERTI	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
PINTO	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
GABRIEL	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Propor novo desafio

Jogar

Descrição

Cancelar para todos

Símbolos: ○ Desafio ativo ● Medalha conquistada ● Reprovado

Figura 2.17 Propondo Novo Desafio na Plataforma

Propor novo desafio

Propor para: Não tentou

Vencimento: Todos

Comunicado: Não tentou

Incluir nota

Reprovado

Não passou

0/140

PROPOR

Figura 2.17 Configurando Desafio, para a Turma e/ou grupos de Alunos na Plataforma

Caso seja necessário diferenciar a instrução, propondo uma atividade para apenas um aluno ou subgrupo da turma, clique na(s) célula(s) pertinente(s) no Boletim. Um círculo preto aparecerá, indicando que o desafio foi proposto. Se desejado, você poderá editar os desafios ativos clicando na seta localizada no topo da coluna, conforme descrito acima, e escolhendo a opção “Editar desafio”, conforme Figura 2.17.

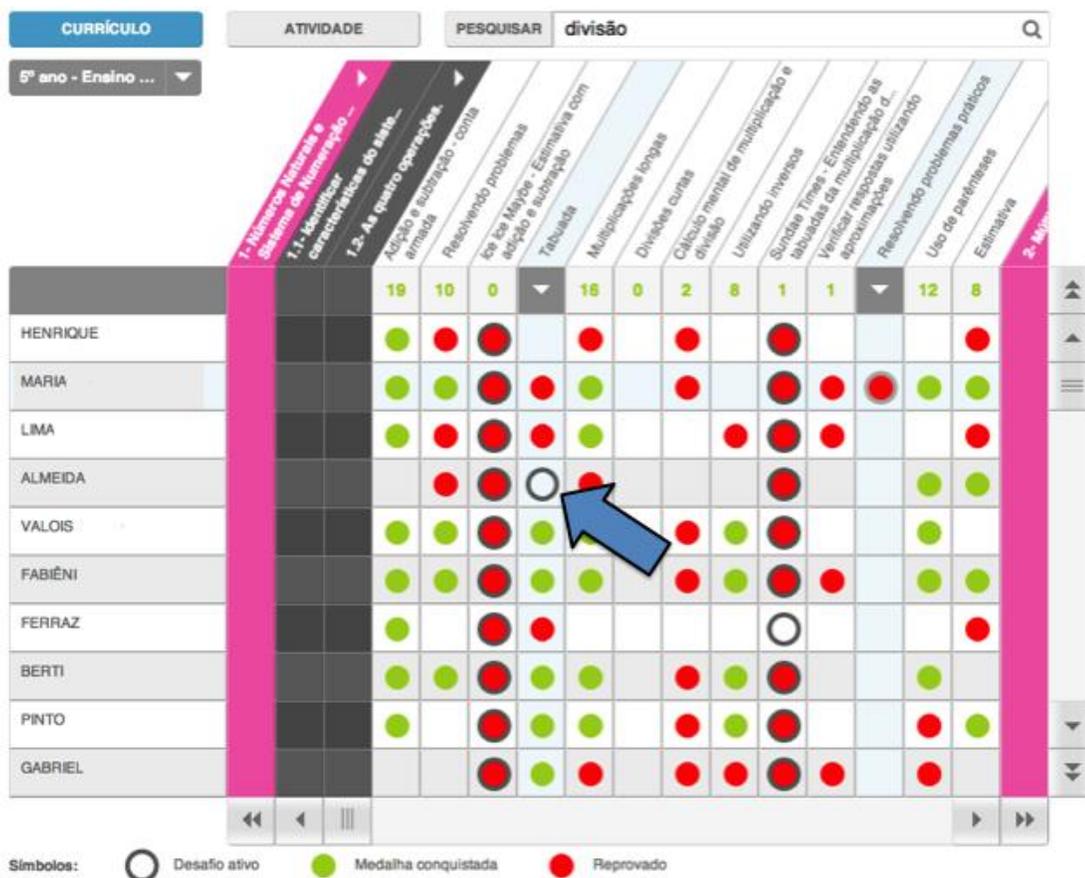


Figura 2.18 Editando Desafio na Plataforma

5.2.5 ADICIONANDO MAIS PROFESSORES

Clique na aba “Admin.” no topo da página principal e selecione “Admin. professores”, Figura 2.19.



Figura 2.19 Admin. Professores – Para Adicionar Mais Professores

Novos professores podem ser adicionados à plataforma selecionando o botão “Departamento” na página “Admin. professores”. Veja Figura 2.20.

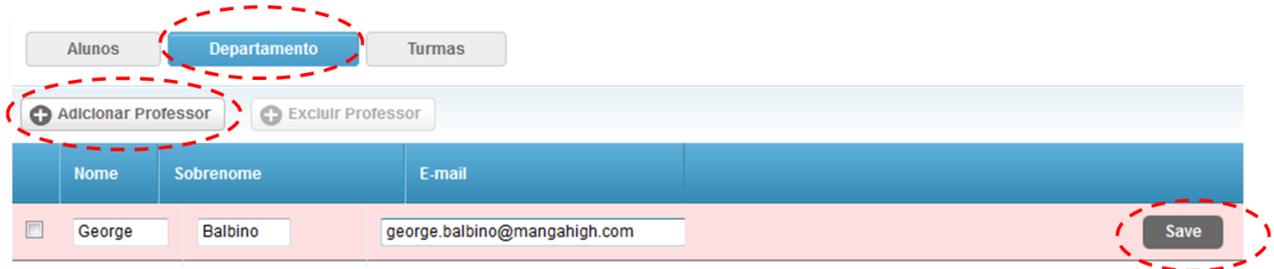


Figura 2.20 Admin. Professores – Departamento

Clique em “Adicionar Professor” e insira o primeiro nome, sobrenome e e-mail dos professores. Depois de ter clicado em salvar, eles receberão um e-mail com os dados de login. Cada professor que for adicionado ao site dessa forma terá exatamente as mesmas permissões de acesso a plataforma que você possui.

5.2.6 USANDO A ANÁLISE

O módulo de análise fornece aos professores as ferramentas necessárias para acompanhar e examinar o desempenho dos alunos nos desafios e nos jogos.

Essa análise, agregada a vários desafios, lhe permitirá identificar as necessidades de cada aluno individualmente e ajudá-los da melhor forma possível. Para ver a análise de uma turma, vá primeiro para a aba “Turmas” no topo da página inicial e depois, clique na turma desejada no menu em cascata, Figura 2.21.

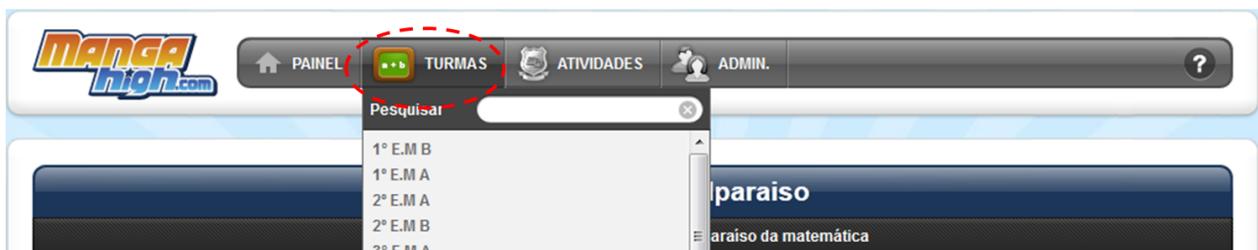


Figura 2.21 Selecionando a Turma

Em seguida, será direcionado para a página resumo da turma.

Nessa página podemos escolher se gostaria de ver “Desafios da turma”, “Médias Prodigio” (desafios), “Jogo livre” ou “Dados do aluno”. Podemos mudar o intervalo de datas de “Em andamento” para “Últimos 30 dias”, “Registros passados” ou até “Anos passados”, conforme Figura 2.22.

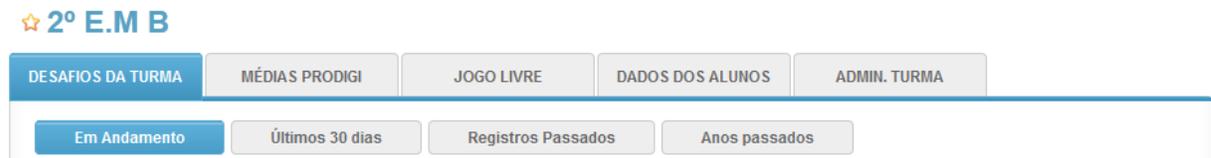


Figura 2.22 Selecionando forma de visualização dos Resultados

Escolhido o desafio a ser avaliado, poderemos primeiro observar um gráfico de pizza resumindo a participação e performance da turma, conforme Figura 2.23. Com esse gráfico, observa-se rapidamente o número de alunos que tentaram o desafio e o desempenho de cada aluno. Passe o mouse sobre cada seção do gráfico de pizza para ver a lista de alunos que conseguiram aquela medalha, cabe ressaltar que, as medalhas são referentes ao total de pontos que cada aluno alcançou na atividade. Clique no botão “Análise” para obter dados mais detalhados.



Figura 2.23 Performance no desafio escolhido

A página de análise dos desafios mostra um gráfico de dispersão de alunos com as suas classificações no desafio. A maior pontuação de cada aluno no desafio é plotado no eixo y, com o número de tentativas no eixo x, conforme Figura 2.25.

Podemos alternar diversos indicadores de média ao clicar nos botões à direita do gráfico. Isso ajuda a colocar os dados dos alunos em contexto. Também podemos exportar os dados para uma planilha eletrônica para relatar e acompanhar o progresso dos alunos durante o ano e para fazer análises estatísticas mais aprofundadas.

O gráfico pode ser dividido em quatro quadrantes gerais: E utilizaremos essa metodologia para propor uma comunicação com os alunos do estudo, onde os dados foram

analisados segundo esses grupos (cluster), para se obter um melhor resultado entre Aproveitamento versus Esforço.



Figura 2.24 Performance Aproveitamento versus esforço Proposta no estudo



Figura 2.25 Gráfico de Dispersão dos Alunos em relação ao desafio escolhido

5.2.7 FAI-TO

Fai-To é uma palavra japonesa de encorajamento ou espírito de luta. No Japão, membros de um time cantam “Fai-To” antes de começarem uma competição.

Fai-To é um sistema de competição que permite competições matemáticas do tipo

“mano-a-mano” entre duas escolas ao redor do mundo e que utilizam a Plataforma, conforme Figura 2.26. Quaisquer pontos marcados pelos alunos durante uma Fai-To contará na pontuação total da escola deles. Fai-To não afeta a maneira que alunos ou professores usam a Plataforma, é apenas uma forma de motivar os alunos a fazerem mais atividades e se relacionar com estudantes de todo o mundo na solução de problemas propostos.



Figura 2.26 Tela FAI-TO – Competições Matemáticas Entre Escolas

Convites para participar de uma Fai-To são emitidos na Plataforma toda segunda feira para as escolas que estiveram ativas no site na semana anterior, logo quanto mais alunos da sua escola usarem a plataforma, melhor a chance de ser selecionada para uma Fai-To. Quando a sua escola é selecionada para uma Fai-To, ela será um Desafiador ou uma Desafiada. Como uma Desafiadora, os alunos poderão votar em qual das outras 2 escolas pré-selecionadas eles desejam desafiar.

Se a escola for selecionada como uma das possíveis Desafiadas, receberá uma notificação por e-mail para informá-lo que a Desafiadora está considerando competir contra a sua escola. Se eles selecionarem a escola, a Fai-To começará imediatamente.

Os alunos podem ganhar pontos para a Fai-To da escola ao completar qualquer atividade. Jogando os jogos livres e enquanto completam os desafios que foram atribuídos a eles.

A Regra de Pontuação é gerado da seguinte forma: a medalha de bronze vale 1 ponto, a de prata vale 2 pontos e a de ouro vale 3 pontos.

Esses pontos irão para a pontuação da Fai-To da escola, os alunos podem ganhar apenas uma medalha por desafio ou nível nos jogos livres. Se um aluno completou um desafio anteriormente e ganhou uma medalha de bronze, e depois jogou a mesma atividade novamente e ganhou uma medalha de bronze, a escola não ganhará pontos extras. Entretanto, se ele jogar

novamente o desafio e conseguir uma medalha de ouro, a escola ganhará 2 pontos para a pontuação total da Fai-To.

O melhor aluno da escola vencedora de cada round será nomeado o Herói daquele round. Cada round dura 24 horas. A Fai-To continuará até que uma escola ganhe 5 rounds, por um máximo de 9 dias. Se ambas as escolas deixarem de participar de um round, então esse round é ganho automaticamente pela escola desafiada.

O benefício em participar de um Fai-To é que normalmente apenas alguns alunos trabalham em atividades matemáticas além das propostas pelo professor. Com Fai-To, os alunos possuem uma razão real para se comprometerem com a matéria, no seu próprio tempo, bem como com as atividades passadas pelo professor.

Ao dar aos alunos uma oportunidade de terem a sua contribuição reconhecida, nós estamos os recompensando pelo seu esforço e conquistas na matemática. Uma vez que eles começam a pensar em como ganhar, não há final para o potencial do aluno em aprender e reter conhecimentos e habilidades matemáticas.

5.2.8 OFICINAS WEB

A plataforma traz para os professores, uma oficina de formação gratuita, para que o professor possa aprender a usar a plataforma com confiança e assim tirar melhor proveito de todos os recursos oferecidos. Este espaço visa ajudar os professores a conhecer os princípios por trás da plataforma e como a aprendizagem adaptativa baseada em games poderá beneficiar os alunos.

Na oficina, será apresentado como propor desafios para a turma, como fazer a análise diagnóstica dos desempenhos, perfis individuais, como aumentar e manter o entusiasmo dos alunos, como promover maior atividade e elevar os padrões, utilizando a metodologia de relacionamento proposta anteriormente.

As oficinas têm a duração de 1 hora. O professor deve Escolher dentre as opções apresentadas a que lhe for mais conveniente, completando os dados cadastrais e clicando no botão para confirmar a sua participação.

Nome *

Sobrenome *
E-mail *

Figura 2.27 Tela Inscrição nas oficinas

5.3 Funcionalidades do Ambiente: Página do Usuário

Nesse módulo são disponibilizadas as informações gerais do usuário bem como atalhos para as principais funcionalidades do ambiente, como pode ser visto na Figura 5.3. As ferramentas desse módulo são:

- **Minhas Tarefas:** Exibe as tarefas propostas pelo professor, essas tarefas estão relacionadas as habilidades e competências recomendadas no desempenho da prova inicial. São desafios e/ou jogos, que o professor sugere a cada aluno, e este poderá escolher quais deseja utilizar;

- **Completados:** Exibe os desafios e/ou jogos recomendados e que foram completados pelos alunos;

- **Expirados:** Exibe os desafios e/ou jogos que foram recomendados e expiraram no tempo permitido para a realização das tarefas;

- **Busca de Lições:** Mostra todo o conteúdo da plataforma permitindo que o aluno busque novos conteúdos que desperte seu interesse;

- **Meu Progresso:** Possibilita ao aluno acompanhar seu desempenho na plataforma ao longo do tempo, verificando seu desempenho e progresso em cada desafio proposto;

- **Estatísticas:** Mostra algumas estatísticas de desempenho dos alunos, entre elas, pontos e medalhas obtidos número total de medalhas: Ouro, Prata e Bronze e a Pontuação Total, desde o seu primeiro acesso até a data do último registro;

- **Meus recados:** Exibe recados recebidos de outros usuários;

- **Minhas mensagens:** Lista toda a comunicação feita pelo professor através das mensagens que foram enviadas, com o intuito de estimular o desempenho de cada aluno, parabenizando-o pelo desempenho alcançado e superado nos desafios e/ou jogos recomendados.

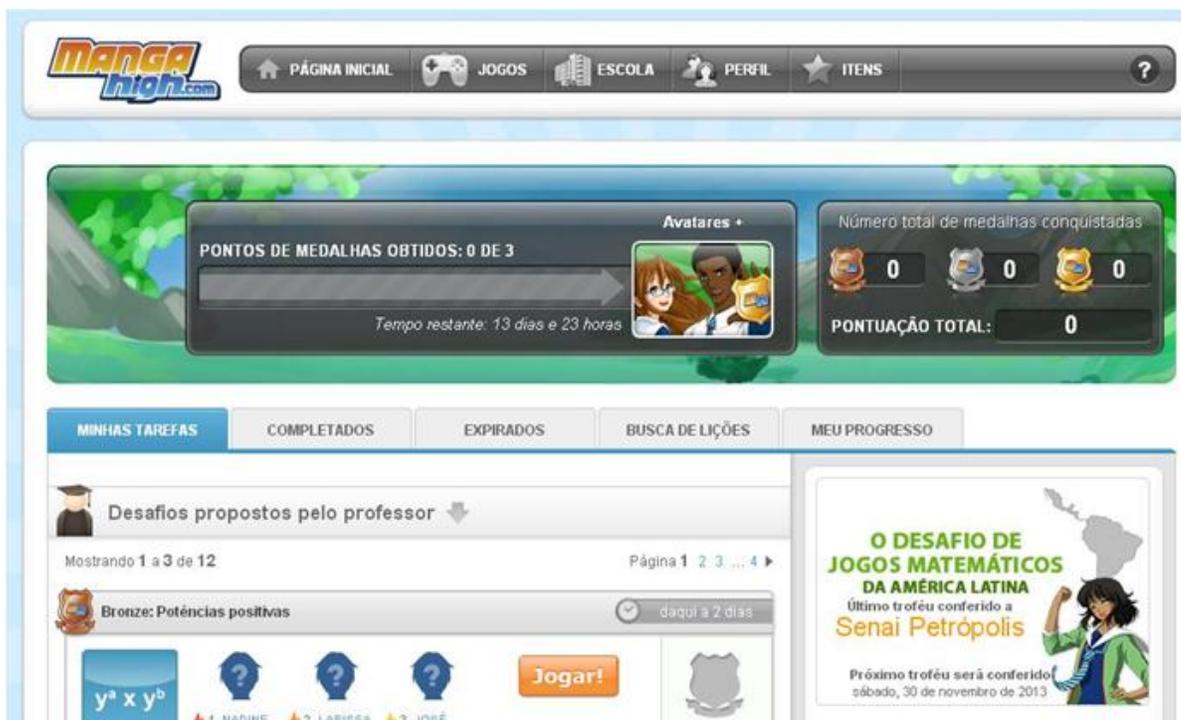


Figura 2.3: Página de Perfil do Usuário na Plataforma

5.4 Minhas Tarefas:

Nesse módulo é disponibilizada a listagem de todas as tarefas propostas pelo professor. Nessas tarefas são cadastrados todos os jogos e desafios relacionados às habilidades e competências verificadas no desempenho da prova inicial, onde é permitindo ao aluno escolher dentre as opções listadas na ferramenta qual deseja participar. Cabe lembrar que, essas tarefas são recomendadas pelo sistema de recomendação e cadastradas pelo professor na plataforma do SESI Matemática, para que apareçam no ambiente Minhas Tarefas de cada aluno, como pode ser visto na Figura 2.4.

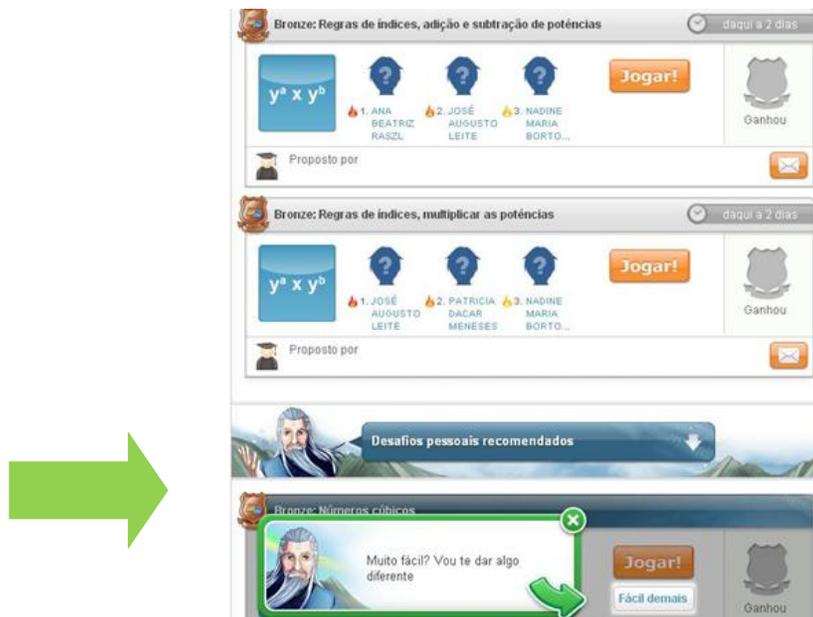


Figura 2.4: Página Minhas Tarefas com o agente pedagógico

Nesse ambiente também surge um instrumento facilitador e estimulador do diálogo entre a plataforma e os alunos no sentido de orientar o uso e recomendar objetos de uma maneira criativa e divertida, dando dicas e sugerindo desafios pré-selecionados recomendados a cada aluno. Esse assistente pedagógico pode ser visto na Figura 5.5, e tem a função de fornecer informações, orientações sobre o conteúdo, dicas e estimular os alunos na utilização da plataforma, escolhendo os objetos recomendados.



Figura 2.5: Assistente na Plataforma SEI Matemática.

5.5 Exemplo da utilização em um Desafio: Números Cúbicos

Esse desafio na plataforma tem como objetivo principal reconhecer e calcular a sequência de um número cúbico até 216, incluindo também números com valores maiores como 8.000. E faz parte da matriz de habilidades e competências referente aos descritores do grupo 1.

Cada desafio possui a seguinte estrutura:

- Escolha dos níveis: fácil, Intermediário, Difícil e Extremo;
- Ensina-me: traz orientações sobre os objetivos de cada desafio;
- Dicas de como jogar.

Podemos ver essa estrutura na Figura 5.6 abaixo:



Figura 2.6: Exemplo da estrutura da Página Inicial dos Desafios - Números Cúbicos

No módulo Ensina-me, poderemos observar o Modo Aprendizagem, que contém instruções sobre o desafio recomendado, além dos módulos Mostrar Dicas e Mostrar Soluções, que traz orientações sobre os objetivos de cada desafio. Podemos verificar no quadro abaixo, entre as Figuras 2.7 e 2.12, onde o aluno deverá ler e compreender as regras associadas a cada desafio, além das propriedades envolvidas em cada um deles, no intuito de desenvolver suas habilidades e competências necessárias para o desafio recomendado. Cabe ressaltar que, o nível de dica começará em um nível mais fácil e irá aumentando o grau de dificuldade para que o aluno consiga ir se adaptando às regras que serão necessárias em todos os desafios novos.

Figura 2.7: Página Modo Aprendizagem de um desafio - Números Cúbicos

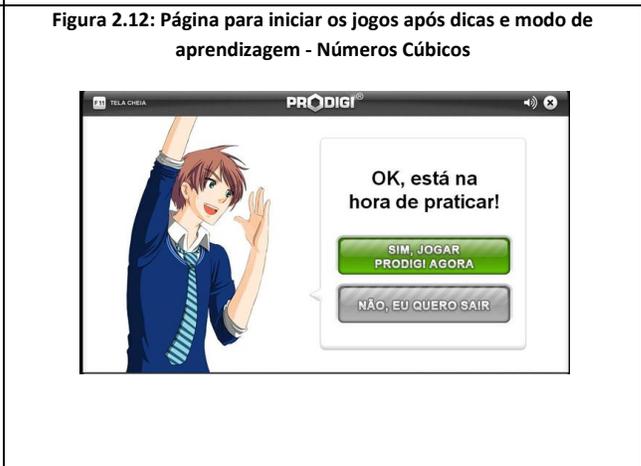
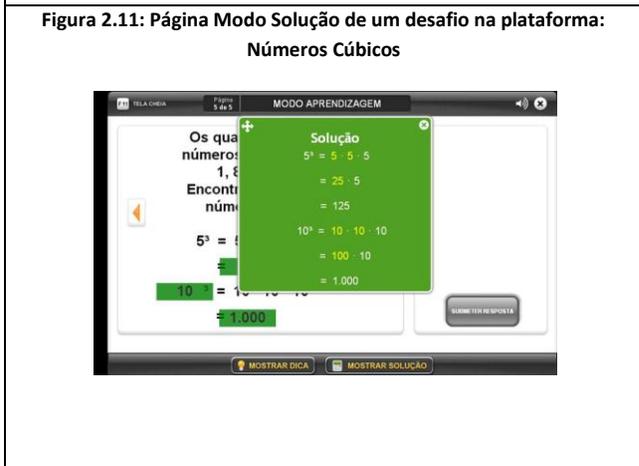
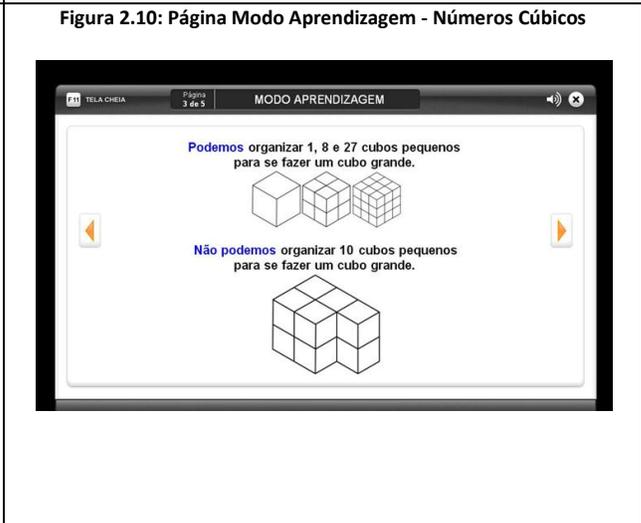
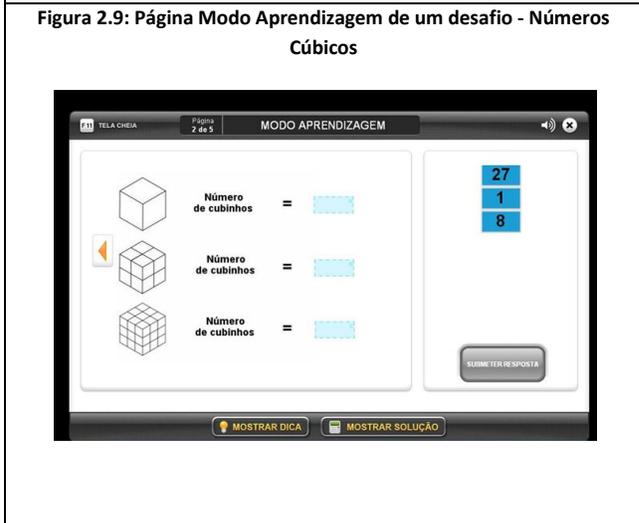
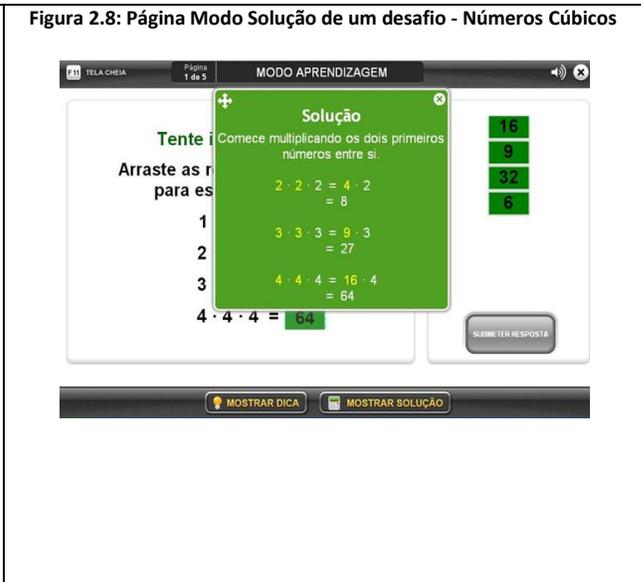
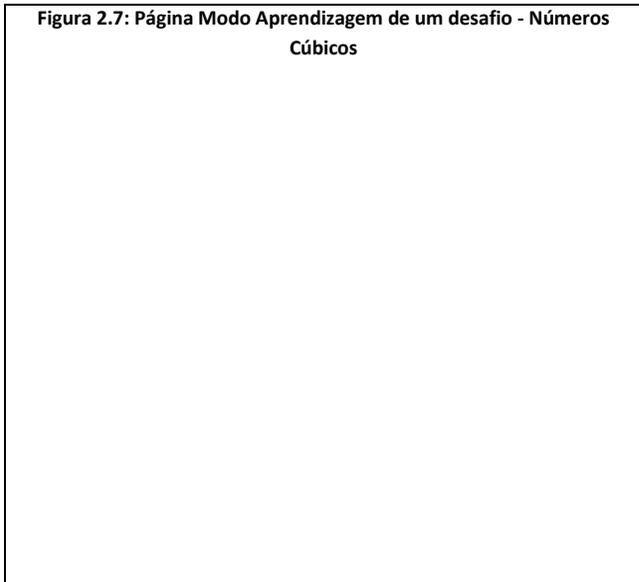
Figura 2.8: Página Modo Solução de um desafio - Números Cúbicos

Figura 2.9: Página Modo Aprendizagem de um desafio - Números Cúbicos

Figura 2.10: Página Modo Aprendizagem - Números Cúbicos

Figura 2.11: Página Modo Solução de um desafio na plataforma: Números Cúbicos

Figura 2.12: Página para iniciar os jogos após dicas e modo de aprendizagem - Números Cúbicos



- Mostrar Solução: É um módulo de aprendizagem sobre o conteúdo do desafio recomendados, que pode ser acionado pelo aluno no momento que ele achar necessário.



Figura 2.13: Página Modo Solução de um desafio na plataforma: Números Cúbicos

A seguir, demonstraremos com as sequencias das telas das questões do desafio Números Cúbicos, onde poderemos observar exemplos e as diferentes formas dos desafios, Figuras 20 a 23. Cada desafio contém 10 questões e no final cada aluno poderá verificar seu desempenho, além das questões que apresentaram erros e qual seria a resolução correta de cada erro.

No final das 10 questões de cada desafio será apresentado o quadro com a pontuação alcançada de cada aluno, além do quadro de revisão de cada questão. Podendo ainda verificar a resolução de cada questão e desenvolver as habilidades necessárias, além de verificar seu desempenho em relação aos outros alunos de sua turma, ver Figuras 2.4 e 2.5.

Figura 2.0: Página de questões - Números Cúbicos

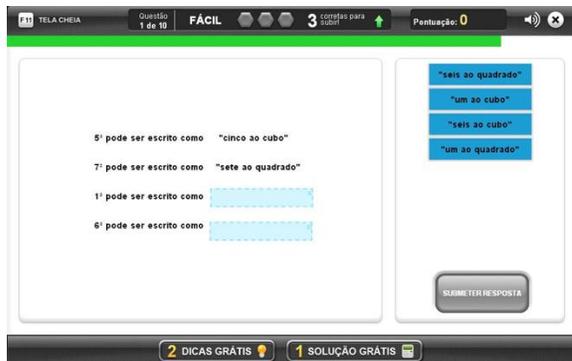


Figura 2.1: Página de questões - Números Cúbicos

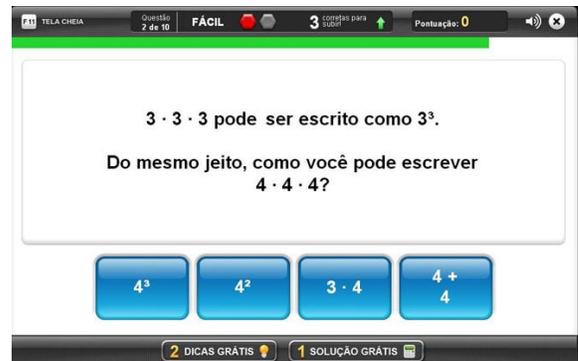


Figura 22: Página de questões: Números Cúbicos

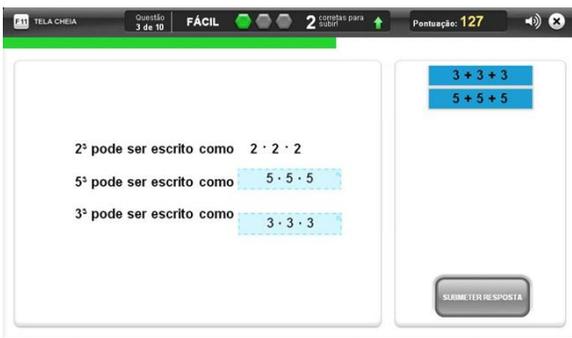


Figura 23: Página de questões: Números Cúbicos

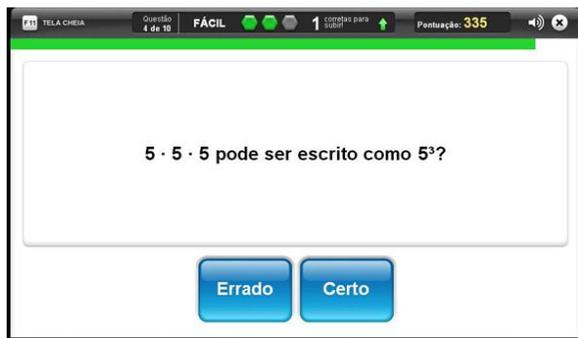


Figura 24: Quadro de desempenho das questões do desafio - Números Cúbicos



Figura 25: Quadro de pontuação das questões do desafio



Quadro X: Sequencia de Telas do Desafio Números Cúbicos

5.6 Exemplo de um Jogo: Estimativa com Adição e Subtração

(Jogos dos Pinguins)

Abaixo, no quadro Y, com as sequencias das telas dos Jogos dos Pinguins: Estimativa com Adição e Subtração, poderemos observar as diferenças estruturas entre um Desafio e um Jogo.

Figura 26: Tela inicial com as funções ajuda, regras e jogar



Figura 27: Tela com a Descrição das regras do jogo

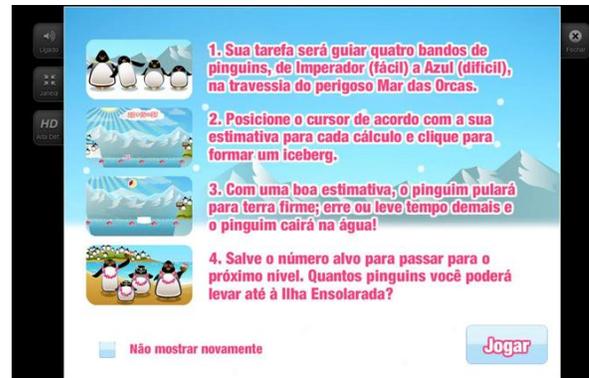


Figura 28: Tela final com a opção de rever resultados obtidos, pontuação final da etapa e bônus obtidos.



Figura 29: Tela com a escolha do nível da jogada: Fácil, Médio, Difícil e Extremo



Figura 30: Tela com o progresso de cada aluno e a comparação com a sua turma



Busca por Conteúdo:

Outra forma que aluno dispõe para adquirir habilidades e competências além do proposto pelo sistema de recomendação e busca por conteúdo que pode ocorrer de duas formas dentro da plataforma Sesi Matemática: Busca de Lições (Tema ou Assunto) ou através do conteúdo disponibilizados dentro dos currículos. Abaixo, mostraremos as telas das duas formas de busca por conteúdos disponíveis na Plataforma, Fig.: 31 e 32.

7.2- Calcular volume do cubo e de paralelepípedos.

Volume de um paralelepípedo reto

Por exemplo: Qual é o volume de um paralelepípedo reto que possui lados medindo 5 cm, 8 cm e 2 cm?

JOGAR! Ganhou

Volume e resolução de problemas

Por exemplo: Se o volume de um cubo é 27 cm³, quanto mede a área da superfície?

JOGAR! Ganhou

Pesquisar Desafios

Código do Currículo ou Nome da Lição:

Pesquisar

Filtrar Resultados

Mostrar Todos

Navegar pelo Currículo

- 2º ano - Ensino Fundamental (31)
- 3º ano - Ensino Fundamental (40)
- 4º ano - Ensino Fundamental (54)
- 5º ano - Ensino Fundamental (76)

Figura 31: Busca por Tema ou Assunto (Busca de Lições)

Volume e resolução de problemas

Por exemplo: Se o volume de um cubo é 27 cm³, quanto mede a área da superfície?

JOGAR!

Ganhou

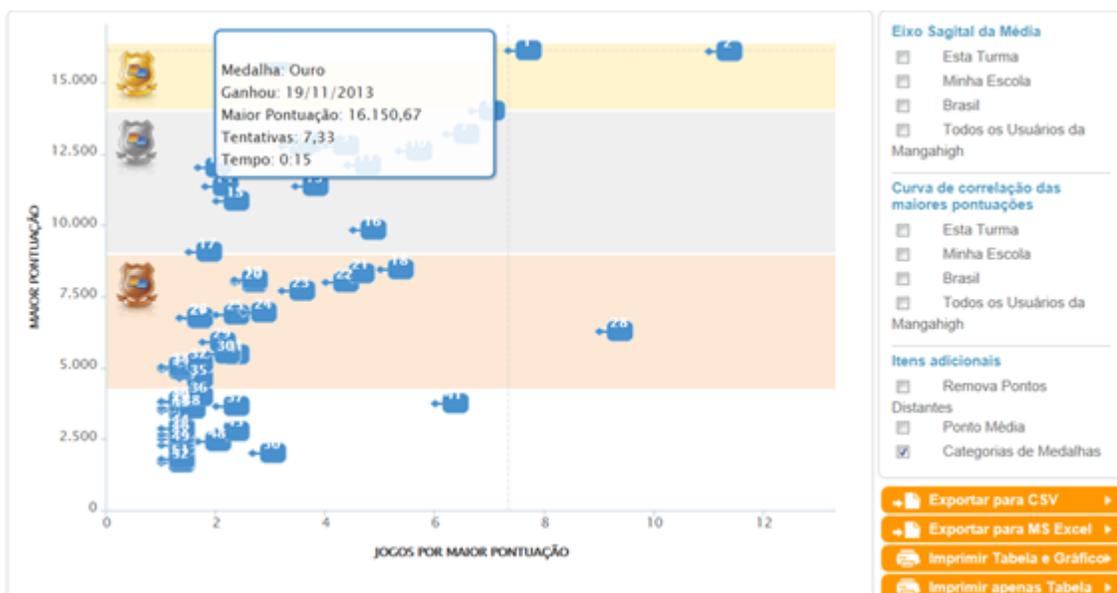
Navegar pelo Currículo

- 2º ano - Ensino Fundamental (31)
- 3º ano - Ensino Fundamental (40)
- 4º ano - Ensino Fundamental (54)
- 5º ano - Ensino Fundamental (76)
- 6º ano - Ensino Fundamental (60)
- 7º ano - Ensino Fundamental (69)
- 8º ano - Ensino Fundamental (57)
- 9º ano - Ensino Fundamental (70)
 - 1- Potências e Radicais (17)
 - 2- Equações e Sistemas de 2º grau (9)
 - 3- Relações de dependência entre grandezas (7)
 - 4- Semelhanças (6)
 - 5- Relações métricas no triângulo retângulo e suas aplicações (3)
 - 6- Relações trigonométricas no triângulo retângulo e suas aplicações (3)
 - 7- Perímetros, Áreas e Volumes (10)
 - 7.1- Encontrar o perímetro e área das principais figuras planas. (8)
 - 7.2- Calcular volume do cubo e de paralelepípedos. (2)
 - 8- Noções de Estatística (15)
- 1º ano - Ensino Médio (58)
- 2º ano - Ensino Médio (65)
- 3º ano - Ensino Médio (45)

Figura 32: Busca pelo Currículo

Exemplos de telas dos jogos propostos:

Resultado por Aluno:



Maiores Pontuações:

Classificação	Aluno	Medalha	Maior Pontuação	Jogos por maior pontuação	Total Jogos	Acertos
1			16,150.67	7.33	8.33	80,4%
2			16,118.29	11.00	11.43	87,8%
3			16,107.20	4.20	4.20	93,3%
4			15,764.80	2.80	2.80	92,9%

Resultado por Jogo:

★ 1° ano

BOLETIM DESAFIOS PRODIGI **JOGOS** DADOS DOS ALUNOS

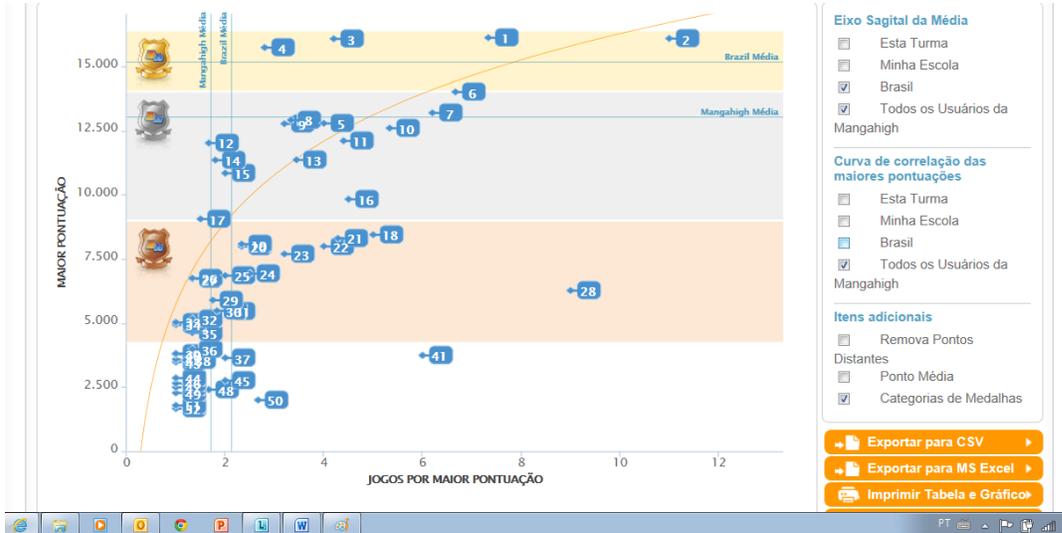
Esta turma jogou 5 jogos

	Piñata Fever Horas jogadas: 0:34 Número de vezes jogado: 5 Bronze: 1 Prata: 0 Ouro: 0
	A Tangled Web Horas jogadas: 0:01 Número de vezes jogado: 1 Bronze: 0 Prata: 0 Ouro: 0 Visualizar Análise
	Algebra Meltdown Horas jogadas: 0:05 Número de vezes jogado: 1 Bronze: 0 Prata: 0 Ouro: 0
	Ice Ice Maybe Horas jogadas: 0:39 Número de vezes jogado: 19 Bronze: 0 Prata: 0 Ouro: 0
	Pyramid Panic Horas jogadas: 0:08 Número de vezes jogado: 3 Bronze: 0 Prata: 0 Ouro: 0

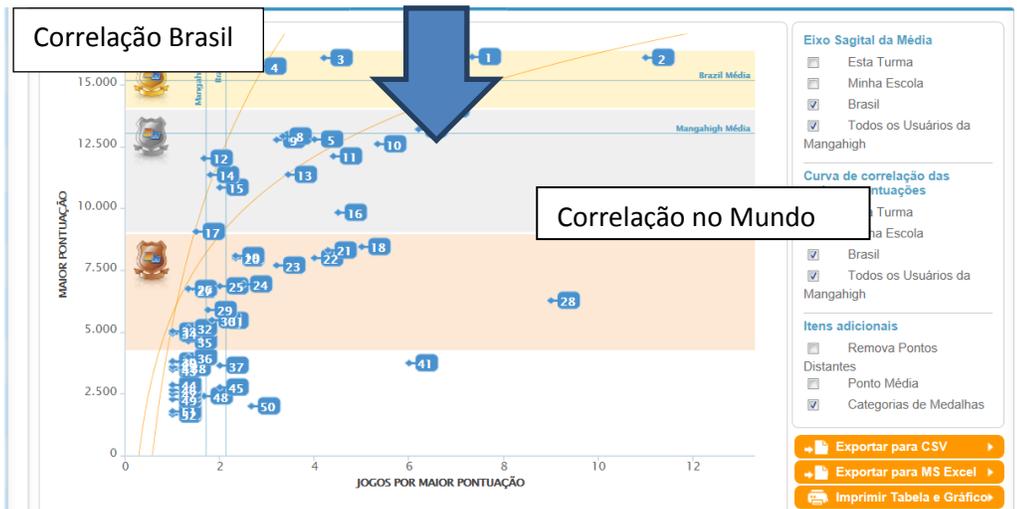
Resultados No Mundo:



Resultado no Brasil:



Resultado no Brasil: Alunos com desempenho acima do desempenho mundial



EXEMPLOS EM ALGUNS JOGOS:

Resultado Multiplicação por Decimal: Brasil X Mundo



Regras de índices, Multiplicar as Potências



ANEXOS:

- MODELOS UTILIZADOS NA ANÁLISE DA TRI**
- LEVANTAMENTO DO MATERIAL NECESSÁRIO AOS SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO**

MODELOS UTILIZADOS NA TEORIA DE RESPOSTA AO ITEM (TRI), UTILIZANDO O SOFTWARE R E TODA A MODELAGEM EMPREGADA NO ESTUDO.

A seguir, apresentaremos os modelos testados no estudo que consideramos de natureza dicotômica, de apenas uma população observando os traços latentes envolvidos, nesse caso os itens da análise diagnóstica. Na prática, os modelos logísticos para itens dicotômicos são modelos de resposta aos itens mais utilizados, podendo ser de três tipos, diferenciando pelo número de parâmetros que utilizam para descrever o item. São conhecidos como modelos logísticos de 1, 2 e 3 parâmetros e consideram respectivamente:

- somente a dificuldade do item (item de facilidade ou dificuldade);
- a dificuldade e a discriminação;
- a dificuldade, a discriminação e a probabilidade de resposta correta dada por indivíduos de baixa habilidade.

O modelo proposto baseia-se no modelo logístico de três parâmetros por ser o mais completo e, portanto os outros dois modelos podem ser facilmente testados a partir dele. Ele baseia-se no fato de que o indivíduo com maior habilidade (traço latente c) possui maior probabilidade de acertar o item e que esta relação não é linear. De fato podemos observar isso a partir do gráfico das curvas característica do item, onde é verificada a habilidade (traço latente) versus a probabilidade de resposta correta ao item.

As curvas características dos itens possui forma de “S” com inclinação e deslocamento na escala de habilidade definidos pelos parâmetros do item. Cabe ressaltar que, a escala da habilidade é uma escala arbitrária onde o importante são as relações de ordem existentes entre seus pontos e não necessariamente sua magnitude ou amplitude. Nesse trabalho usamos uma escala de -4 a 4 para representação e calibramos (processo de estimação dos parâmetros dos itens) utilizando o software R versão 3.0.2.

Segundo Andrade et al. em teoria de resposta ao item conceitos e aplicações para estimação de uma única população. Obtendo a seguinte saída do R para os parâmetros dos modelos, para todos os parâmetros testados sendo, modelos de 1, 2 e 3 parâmetros (mod1, mod2 e mod3).

```
> mod1
```

```
Call:
```

```
mirt(data = Antes_W, model = 1, rotate = "promax")
```

```
Full-information item factor analysis with 1 factors
```

```
Converged in 21 iterations with 41 quadrature.
```

```
Log-likelihood = -434.9849
```

```
AIC = 929.9698; AICc = 1014.515
```

```
BIC = 989.0786; SABIC = 894.8482
```

```
> mod2
```

```
Call:
```

```
mirt(data = Antes_W, model = 2, rotate = "promax")
```

```
Full-information item factor analysis with 2 factors
```

```
Converged in 66 iterations with 21 quadrature.
```

```
Log-likelihood = -418.0327
```

```
AIC = 924.0654; AICc = 1419.065
```

```
BIC = 1010.758; SABIC = 872.5536
```

```
> mod3
```

```
Call:
```

```
mirt(data = Antes_W, model = 3, rotate = "promax")
```

Full-information item factor analysis with 3 factors

Estimation stopped after 500 iterations with 11 quadrature.

Log-likelihood = -407.8677

AIC = 929.7354; AICc = -392.6646

BIC = 1042.042; SABIC = 863.0043

```
> anova(mod1,mod2)
```

Model 1: mirt(data = Antes_W, model = 1, rotate = "promax")

Model 2: mirt(data = Antes_W, model = 2, rotate = "promax")

	AIC	AICc	SABIC	BIC	logLik	X2	df	p
1	929.9698	1014.515	894.8482	989.0786	-434.9849			
2	924.0654	1419.065	872.5536	1010.7582	-418.0327	33.904	14	0.002

```
> anova(mod1,mod3)
```

Model 1: mirt(data = Antes_W, model = 1, rotate = "promax")

Model 2: mirt(data = Antes_W, model = 3, rotate = "promax")

	AIC	AICc	SABIC	BIC	logLik	X2	df	p
1	929.9698	1014.5153	894.8482	989.0786	-434.9849			
2	929.7354	-392.6646	863.0043	1042.0420	-407.8677	54.234	27	0.001

```
> anova(mod2,mod3)
```

Model 1: mirt(data = Antes_W, model = 2, rotate = "promax")

Model 2: mirt(data = Antes_W, model = 3, rotate = "promax")

```

AIC  AICc  SABIC  BIC  logLik  X2 df  p
1 924.0654 1419.0654 872.5536 1010.758 -418.0327
2 929.7354 -392.6646 863.0043 1042.042 -407.8677 20.33 13 0.087
> coef(mod2)
Rotation: promax
$L1
  a1  a2  d g u
par 2.204 0.564 2.228 0 1
$L2
  a1  a2  d g u
par 1.38 0.393 -1.439 0 1
$L3
  a1  a2  d g u
par -0.119 1.484 -1.273 0 1
$L4
  a1  a2  d g u
par 0.168 1.428 -0.138 0 1
$L5
  a1  a2  d g u
par 2.417 -1.649 1.823 0 1

```

\$L6

a1 a2 d g u

par 0.205 0.187 -1.915 0 1

\$L7

a1 a2 d g u

par 1.742 0.076 1.697 0 1

\$L8

a1 a2 d g u

par 3.724 -0.803 1.925 0 1

\$L9

a1 a2 d g u

par 1.701 0.115 0.992 0 1

\$L10

a1 a2 d g u

par 1.528 -6.678 -1.315 0 1

\$L11

a1 a2 d g u

par 0.211 0.744 -0.851 0 1

\$L12

a1 a2 d g u

```

par 1.175 0.256 1.448 0 1

$L13

  a1  a2  d g u

par 0.205 0.148 -0.592 0 1

$L14

  a1  a2  d g u

par 0.373 0.002 -0.118 0 1

$L15

  a1  a2  d g u

par 1.759 -0.37 -2.346 0 1

$GroupPars

  MEAN_1 MEAN_2 COV_11 COV_21 COV_22

par  0  0  1 0.175  1

> summary(mod2)

Rotation: promax

Rotated factor loadings:

  F_1  F_2  h2

L1  0.756  0.193  0.659

L2  0.608  0.173  0.437

L3 -0.053  0.660  0.427

```

```
L4 0.075 0.636 0.426
L5 0.762 -0.520 0.712
L6 0.119 0.108 0.030
L7 0.712 0.031 0.516
L8 0.921 -0.199 0.823
L9 0.702 0.048 0.507
L10 0.225 -0.982 0.937
L11 0.112 0.395 0.184
L12 0.557 0.121 0.349
L13 0.119 0.086 0.025
L14 0.214 0.001 0.046
L15 0.724 -0.152 0.509

Rotated SS loadings: 4.35 2.397

Factor correlations:

  F_1  F_2
F_1 1.000 0.175
F_2 0.175 1.000
```

Figura 15 Saída dos parâmetros dos Modelos do R

Com base na saída dos modelos foi gerada a tabela comparativa dos fatores do modelo assim como o critério de informação para cada modelo (valor do AIC) gerado pelo R, conforme abaixo.

Modelos	AIC
Modelo com 1 fator	929.97
Modelo com 2 fatores	924.07
Modelo com 3 fatores	929.74

Figura 16 Valor do Critério de Informação dos Modelos (AIC)

No R, utiliza-se o critério de informação de Akaike (AIC), que é uma medida da qualidade relativa de um modelo estatístico, para um determinado conjunto de dados. E quanto menor o AIC melhor os fatores do modelo encontrado. Logo, AIC é: $AIC = 2K - 2\ln(L)$. Onde: k é o número de parâmetros do modelo estatístico, e L é o valor maximizado da função de probabilidade para o modelo previsto.

Encontramos o modelo com dois fatores como o melhor modelo com um AIC de: 924,07. O que nos permite refutar o terceiro parâmetro do modelo, que representa a dificuldade, a discriminação e a probabilidade de respostas corretas dadas por indivíduos de baixa habilidade.

A proporção de respostas corretas ao item i dentre todos os indivíduos da população com habilidade θ_j para $P(U_{ij}=1 | \theta_j)$ é mostrada na curva características do item abaixo onde podemos observar as habilidades em cada item da prova versus probabilidade de resposta corretas, quanto mais para esquerda a curva S mais difíceis a probabilidade de acerto. Baixos valores na inclinação, por exemplo: questões: 3, 4, 6, 10 e 11 indicam que o item tem pouco poder de discriminação isto é, alunos com habilidades bastante diferentes tem aproximadamente a mesma probabilidade de responder corretamente ao item e valores muitos altos (curvas muito íngreme) como nas questões: 1 e 8, possuem habilidades acima do parâmetro.

Abaixo mostraremos os resultados encontrados em todos os modelos analisados pelo R, para Pré e Pós a utilização dos objetos de aprendizagem para os seguintes parâmetros: Grau de Facilidade, Correlação Bisserial, correlação item total e Alpha de Cronbach. Cabe lembrar que

está marcada em amarelo as questões que tiveram recomendações e foram testadas no pós (grupo 1 e grupo 5).

Antes de fazer algumas comparações entre os resultados obtidos no Pré versus Pós, cabe ressaltar QUE, alguns aspectos que foram levados em consideração em nosso estudo. Não considerando os fatores: gênero e diferenciação entre as escolas (escola 1 e escola2), na análise. Visto que, não consideramos esses fatores significativos nos resultados encontrados, além de não demonstrar diferenças significativas ao modelo. Apesar de ocorrer diferenças entre as escolas, nosso objetivo não era compara-las, por considerar que trabalham com o mesmo conteúdo pedagógico tratam se de uma rede e teoricamente não poderia ter ocorrido discrepância em seus resultados. Consideramos o universo total de 53 participantes, sem diferenciação entre as escolas para manter uma coerência no plano amostral e poder testar as recomendações dos objetos de aprendizagem em diferente contexto.

Índice do Grau de Facilidade dos Itens ou Grau de dificuldades:

Podemos observar para o índice de facilidades dos itens, que nos chama atenção para as questões recomendadas é que para a questão 1 no Pré geral, apresenta se como uma questão considerada fácil (0.77) e podemos perceber características importantes como não há diferenças entre gêneros para essa questão, em momento algum. Ocorre um salto quando comparamos o geral entre pré e pós saindo de 0.77 para 0.85, mostrando-se que a questão se tornou mais fácil para os participantes após a utilização dos objetos de aprendizagem recomendados no estudo, isto é, a questão após a utilização dos jogos se tornam mais fácil aos participantes.

Isto ocorre para todas as questões utilizadas na recomendação dos grupos 1 e 5. Em todas as questões (1, 3, 5, 6 e 11) ocorreu um ganho, isto é, o índice de facilidade tem um acréscimo em todas. Podemos perceber uma pequena diferença apenas entre gênero, nas questões 3 e questões 11.

	Pré					Pós				
	Geral	Feminino	Masculino	Escola 1	Escola 2	Geral	Feminino	Masculino	Escola 1	Escola 2
1	0.77	0.77	0.77	0.97	0.52	0.85	0.86	0.84	1.00	0.65
2	0.26	0.23	0.29	0.37	0.13	0.26	0.23	0.29	0.37	0.13
3	0.28	0.18	0.35	0.27	0.30	0.40	0.32	0.45	0.33	0.48
4	0.47	0.36	0.55	0.47	0.48	0.47	0.36	0.55	0.47	0.48
5	0.72	0.73	0.71	0.83	0.57	0.74	0.73	0.74	0.83	0.61
6	0.13	0.09	0.16	0.07	0.22	0.64	0.55	0.71	0.70	0.57
7	0.75	0.77	0.74	0.77	0.74	0.75	0.77	0.74	0.77	0.74
8	0.68	0.73	0.65	0.87	0.43	0.68	0.73	0.65	0.87	0.43
9	0.66	0.68	0.65	0.83	0.43	0.66	0.68	0.65	0.83	0.43
10	0.43	0.50	0.39	0.53	0.30	0.43	0.50	0.39	0.53	0.30
11	0.32	0.36	0.29	0.27	0.39	0.42	0.45	0.39	0.37	0.48
12	0.75	0.77	0.74	0.80	0.70	0.75	0.77	0.74	0.80	0.70
13	0.36	0.45	0.29	0.43	0.26	0.36	0.45	0.29	0.43	0.26
14	0.47	0.50	0.45	0.57	0.35	0.47	0.50	0.45	0.57	0.35
15	0.17	0.27	0.10	0.23	0.09	0.17	0.27	0.10	0.23	0.09

Tabela 9: Grau de facilidade do item

Correlação Bisserial:

Observando a análise da correlação bisserial, os valores da correlação bisserial do item de múltipla, verifica a proporção de participantes que responderam ao item corretamente, essas escolhas podem variar de -1 a 1, Figura 107. Onde há valores mais próximos de -1, indicam que é um item com muita discriminação. E valores mais perto de 1 indicam que é um item com pouca discriminação. Assim no geral, podemos ver que o item 6 é o que se apresenta como o item de menor discriminação, enquanto os itens: 1 e 3 transformaram em itens de maior discriminação no estudo. Quando verificamos o gênero para o feminino alguns itens apresentam uma pequena diferença em relação ao gênero masculino para os itens: 3 e 6 e para

o item: 11 e verificamos que essas diferenças tendem a diminuir a discriminação para o estudo pós, isto é, mostrando-se um maior equilíbrio após a utilização dos desafios e jogos.

	Pré					Pós				
	Gera l	Feminin o	Masculin o	Escola 1	Escola 2	Gera l	Feminin o	Masculin o	Escola 1	Escola 2
1	0.82	1.13	0.54	-0.36	0.90	0.74	0.94	0.59	-	0.64
2	0.66	0.54	0.77	0.54	0.79	0.65	0.56	0.72	0.51	0.76
3	0.27	0.30	0.29	0.32	0.32	0.08	0.03	0.14	0.38	-0.03
4	0.39	0.07	0.70	0.28	0.60	0.32	-0.02	0.60	0.26	0.46
5	0.66	0.96	0.41	0.46	0.65	0.62	0.96	0.33	0.47	0.60
6	0.27	0.02	0.43	0.18	0.58	0.62	0.41	0.84	0.59	0.61
7	0.75	0.69	0.78	0.80	0.80	0.75	0.75	0.74	0.84	0.76
8	0.83	1.00	0.69	0.87	0.68	0.85	1.05	0.70	0.86	0.74
9	0.76	0.83	0.69	1.01	0.45	0.74	0.82	0.67	0.97	0.41
10	0.08	0.50	-0.32	-0.01	-0.10	0.15	0.53	-0.18	0.01	0.05
11	0.46	0.31	0.58	0.51	0.65	0.43	0.27	0.55	0.58	0.50
12	0.79	0.94	0.67	0.98	0.65	0.86	1.00	0.74	0.97	0.78
13	0.35	0.52	0.18	0.34	0.25	0.33	0.43	0.22	0.31	0.19
14	0.43	0.46	0.39	0.33	0.39	0.42	0.42	0.41	0.29	0.41
15	0.62	0.52	0.78	0.51	0.77	0.63	0.54	0.78	0.51	0.78

Tabela 10: Correlação bisserial

Correlação Item Total ponto bisserial:

As correlações ponto bisserial (item-total), servem para revelar as tendências das escolhas das opções erradas pelos participantes, podemos analisar essa tendência verificando os escores mais baixos dentre as questões recomendadas (marcadas em amarelo) na Figura 108. Dentre as questões recomendadas, a única que apresenta tendência negativa é a questão 3, no geral (-0.11), esse resultado negativo deve se exclusivamente ao desempenho negativo da

escola 2 no pós, isto é, alguns alunos do gênero masculino da escola 2 apresentam dificuldade na questão 3 no pós teste.

	Pré					Pós				
	Geral	Feminino	Masculino	Escola 1	Escola 2	Geral	Feminino	Masculino	Escola 1	Escola 2
1	0.48	0.78	0.24	-0.23	0.63	0.38	0.53	0.27	-	0.35
2	0.36	0.27	0.45	0.22	0.41	0.35	0.28	0.41	0.22	0.38
3	0.04	0.08	0.04	0.04	0.09	-0.11	-0.13	-0.08	0.10	-0.21
4	0.14	-0.11	0.40	-0.01	0.34	0.08	-0.18	0.32	0.00	0.20
5	0.36	0.65	0.14	0.14	0.38	0.32	0.65	0.08	0.17	0.32
6	0.05	-0.09	0.15	-0.03	0.29	0.34	0.17	0.52	0.28	0.34
7	0.43	0.39	0.46	0.44	0.49	0.43	0.44	0.42	0.49	0.44
8	0.52	0.69	0.39	0.43	0.41	0.55	0.74	0.41	0.44	0.46
9	0.46	0.54	0.39	0.58	0.20	0.45	0.53	0.38	0.56	0.15
10	-0.12	0.26	-0.42	-0.24	-0.23	-0.06	0.28	-0.31	-0.20	-0.13
11	0.19	0.09	0.29	0.19	0.38	0.17	0.06	0.27	0.28	0.23
12	0.46	0.60	0.35	0.57	0.37	0.52	0.66	0.42	0.58	0.48
13	0.11	0.27	-0.04	0.04	0.04	0.08	0.19	0.00	0.04	-0.02
14	0.17	0.22	0.12	0.04	0.15	0.16	0.18	0.15	0.03	0.15
15	0.30	0.26	0.36	0.19	0.36	0.31	0.28	0.37	0.21	0.35

Tabela 11: Correlação Item Total ponto bisserial

Alpha de Cronbach:

O coeficiente alfa de cronbach serve para medir a correlação entre as respostas em um questionário através da análise das respostas dadas pelos respondentes, apresentando uma correlação média entre as perguntas, Figura 109. O coeficiente γ é calculado a partir da variância dos itens individuais e da variância da soma dos itens de cada avaliador de todos os itens de um questionário que utilizem a mesma escala de medição. Verificando o índice de confiabilidade das questões, decidiu-se nesse estudo aceitar todas as questões para análise, isto

peelo fato do índice entre todas as questões apresentarem resultados ≥ 60 , apesar da questão 1 encontramos o valor de 0,58, consideramos o resultado muito próximo do ideal e decidimos aceitar todas as questões.

	Pré					Pós				
	Gera l	Feminin o	Masculin o	Escola 1	Escola 2	Gera l	Feminin o	Masculin o	Escola 1	Escola 2
1	0.58	0.65	0.53	0.47	0.59	0.60	0.64	0.57	0.54	0.53
2	0.60	0.71	0.49	0.40	0.64	0.59	0.66	0.54	0.52	0.54
3	0.65	0.73	0.57	0.46	0.68	0.67	0.72	0.63	0.54	0.64
4	0.64	0.75	0.50	0.47	0.64	0.64	0.72	0.55	0.57	0.57
5	0.60	0.67	0.55	0.43	0.64	0.60	0.62	0.60	0.53	0.54
6	0.64	0.73	0.55	0.46	0.65	0.60	0.68	0.52	0.50	0.54
7	0.59	0.70	0.49	0.34	0.62	0.58	0.65	0.54	0.46	0.52
8	0.57	0.66	0.50	0.36	0.63	0.56	0.60	0.54	0.48	0.51
9	0.58	0.68	0.50	0.32	0.66	0.58	0.63	0.54	0.45	0.57
10	0.68	0.71	0.66	0.54	0.72	0.66	0.67	0.67	0.61	0.62
11	0.63	0.73	0.52	0.41	0.64	0.62	0.70	0.56	0.50	0.56
12	0.59	0.67	0.51	0.31	0.64	0.57	0.62	0.54	0.44	0.51
13	0.64	0.71	0.59	0.46	0.68	0.64	0.68	0.61	0.56	0.60
14	0.63	0.72	0.56	0.46	0.67	0.62	0.68	0.59	0.56	0.57
15	0.61	0.71	0.52	0.41	0.65	0.60	0.67	0.56	0.52	0.55

Tabela 12: Alpha de Cronbach

Etapas da Filtragem Colaborativa

Na filtragem colaborativa é utilizado o resultado da avaliação diagnóstica para gerar as recomendações indicando os desafios e jogos mais adequados a cada usuário. Nessa etapa do modelo são utilizadas as avaliações sobre itens feitas pelo usuário para encontrar os seus vizinhos mais próximos, através das métricas de similaridade e a partir dessa gerar uma predição de avaliação sobre itens que ele ainda não avaliou, resolvendo assim o problema de partida fria. Essa abordagem já vem sendo empregada e obtendo bons resultados em diversos trabalhos, como Zanette, L. 2008.

Encontrado os vizinhos mais próximos, serão recomendados itens aos participantes classificados pelo maior valor de predição. Adotamos de uma maneira resumida os seguintes passos para a Filtragem colaborativa desse trabalho:

- 1- Correlacionar usuários: Consiste em correlacionar o usuário com todos da comunidade e encontrar a similaridade entre ele e cada usuário;
- 2- Filtrar Vizinhos: Filtrar os usuários com maior semelhança (vizinho), mais próximos.
- 3- Prever avaliações: Inserir o peso de similaridade nas avaliações e computar as predições necessárias.

Correlacionar usuários

Fazendo uma busca na literatura encontramos várias técnicas que foram desenvolvidas e vem sendo utilizadas para correlacionar usuárias em sistemas de recomendação, tais como:

Correlação de Pearson, Correlação Cosseno e Correlação de Spearman. Observamos em trabalhos correlatos (Zanette, 2008) que a técnica mais utilizada na Filtragem Colaborativa é a correlação de Pearson, onde a similaridade entre dois usuários é calculada a partir das avaliações feitas pelos usuários sobre os objetos recomendados e utilizados.

O Coeficiente de Pearson serve para medir o grau de correlação entre variáveis, resultando sempre valores entre (-1,1). Onde: o valor -1, representa ausência total de correlação entre as variáveis, e o valor 1 , representa forte correlação entre as mesmas.

Obtendo-se a correlação entre as opiniões de alunos sobre determinados objetos de aprendizagem (Jogos), pode-se calcular a recomendação de um objeto, ou conjunto de objetos com base em uma predição, isto é, antever qual a nota que este aluno daria ao objeto caso tivesse acesso ao mesmo, e de quanto o aluno apreciaria receber essa recomendação.

A correlação foi calculada para sanar as dificuldades apresentadas nos resultados da avaliação diagnóstica, com o intuito de reparar essas dificuldades que por ventura o estudante possui, onde os objetos selecionados podem ser disponibilizados para os estudantes de forma individual, agrupados em módulos mais extensos ou mesmo em cursos completos previamente planejados pelos educadores ou organizados para alunos ou grupo de alunos a partir do diagnóstico de suas necessidades individuais, possibilitando receber os objetos que melhor se adequem as suas necessidades, deficiências e particularidades.

Os resultados das avaliações dos usuários (alunos) podem ser representados por uma Matriz de Avaliações do tipo A: UxO, onde U representa os usuários e O os objetos de aprendizagem (jogos), conforme Tabela 1.

	O ₁	O ₂	O ₃	...	O _n
U1	5	3	5		3
U2		5			
...	2	2	3	1	4
Un	1		4	2	

Tabela 13: Matriz de Avaliações

Com a Matriz de Avaliações, calcula-se a similaridade entre os usuários (alunos), utilizando-se a Correlação de Pearson, através da equação de similaridade entre os alunos:

$$w_{a,b} = \frac{\sum_{i=1}^m (r_{a,i} - \bar{r}_a)(r_{b,i} - \bar{r}_b)}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (r_{a,i} - \bar{r}_a)^2 \sum_{i=1}^m (r_{b,i} - \bar{r}_b)^2}}$$

Equação 1 Correlação de Pearson

Onde: $w_{a,b}$ é a correlação entre os usuários a e b, m é o número de itens avaliados em comum pelos dois usuários, $r_{a,i}$ é a avaliação feita pelo usuário a para o item i e \bar{r}_a é a média das avaliações de a. A correlação é representada na escala (-1,1) e somente os itens avaliados pelos dois usuários são usados no cálculo da correlação entre eles.

Filtrar Vizinhos

Depois de calculada a similaridade entre os usuários será preciso selecionar os vizinhos mais próximos que farão parte do cálculo das recomendações. Para isso utilizamos a Análise Multivariada que é uma ferramenta poderosa na análise de dados, pois consiste em um conjunto de métodos estatísticos que permite confrontar diversas variáveis simultaneamente de cada elemento amostral. As técnicas de estatística multivariada têm o propósito de simplificar ou facilitar a interpretação do fenômeno estudado e o seu desenvolvimento tem possibilitado o estudo acurado de fenômenos cada vez mais complexos.

Estas podem ser empregadas com o intuito de se construir índices ou variáveis alternativas e grupos de elementos amostrais, analisar as relações de dependência das variáveis e comparar as populações.

Usaremos a técnica de Análise Fatorial que é uma técnica de Estatística Multivariada que tem como objetivo descrever a variabilidade de um vetor aleatório X, através de um número menor m de variáveis aleatórias, denominadas de fatores, isto é, sumariza um conjunto de variáveis, das quais não se observa tendências explícitas, através da descoberta de fatores latentes que expliquem melhor este conjunto. Será empregada a rotação ortogonal Varimax, que é a mais recomendada por se concentrar na máxima simplificação das colunas da matriz fatorial através da maximização da soma de variâncias de cargas exigidas da matriz fatorial, e

utilizaremos coeficiente de Alfa de Cronbach, para verificação da confiabilidade dos itens.

Cálculo de Predição

A predição é calculada através de uma média ponderada das avaliações fornecidas pelos alunos identificados como vizinhos mais próximos que consistem em analisar os indivíduos que obtiveram um coeficiente de similaridade igual ou superior a um limiar pré-estabelecido. Podemos realizar o cálculo da predição independentemente do coeficiente utilizado no cálculo de similaridade. Utilizaremos para o cálculo da predição a equação (6), e para o cálculo do coeficiente de similaridade a equação (7), nas fórmulas abaixo referenciadas por (Cazella et al, 2005).

- Equação (6)

$$\rho_{ai} = \bar{r}_a + \frac{\sum_{b=1}^n (r_{bi} - \bar{r}_b) * W_{ab}}{\sum_{b=1}^n |corr W_{ab}|}$$

Equação 6 Cálculo da Predição

Sendo que $corr_{ab}$ é a correlação do aluno alvo a com um determinado aluno b ; ρ_{ai} predição de um conteúdo i para um aluno alvo a ; \bar{r}_a é a média de todas as avaliações do aluno alvo a aos conteúdos que foram pontuados por todos os alunos similares r_{bi} é avaliação que o aluno ativo b atribui para o conteúdo i ; \bar{r}_b é a média de todas as avaliações do aluno b , em comum com o aluno a .

Para o cálculo do coeficiente de similaridade utilizaremos o *coeficiente de Pearson*, que serve para medir o grau de relacionamento entre duas variáveis. O cálculo para o coeficiente será feito utilizando a fórmula da equação 6.

Prever avaliação

A similaridade de um usuário com cada usuário do ambiente (calculada através da

equação 6 descrita acima), é utilizada para dar peso em suas recomendações. De posse da lista de vizinhos mais próximos e os níveis de similaridade é possível prever as avaliações que o usuário faria para os objetos que ele ainda não avaliou. Utilizamos para isso a predição da avaliação $P_{a,i}$ de um objeto i para um usuário a , é calculada com base nas avaliações feitas para esse objeto por todos os usuários vizinhos ao usuário a , utilizando a similaridade $W_{a,b}$ como peso principal da recomendação conforme visto na Equação 7, para todo $j \neq i$.

$$\text{Equação (7): } P_{a,i} = \bar{r}_a + \frac{\sum_{i=1}^n W_{a,b} * (r_{b,i} - \bar{r}_b)}{\sum_{b=1}^n |W_{a,b}|}$$

Equação 7 Predição da avaliação do objeto i para o usuário a

Onde, \bar{r}_a e \bar{r}_b são as médias das avaliações dos usuários a e b , respectivamente e $r_{b,i}$ é a avaliação do usuário b para o objeto i .

De posse dessas predições e da identificação dos Grupos por competências são geradas as listas de recomendações dos objetos de aprendizagem sugeridas para cada usuário na Plataforma. Cabe ressaltar que são sugeridas mais de uma recomendação e que engloba tanto os desafios e os jogos, permitindo ao participante escolher o que melhor agrada.