Paulo Marcus Hollweg Corrêa

A plataforma *Khan Academy* como auxílio ao ensino híbrido em Matemática: um relato de experiência

Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil

Julho, 2016

Paulo Marcus Hollweg Corrêa

A plataforma *Khan Academy* como auxílio ao ensino híbrido em Matemática: um relato de experiência

Dissertação submetida por Paulo Marcus Hollweg Corrêa como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre, pelo Curso de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT junto ao Instituto de Matemática, Estatística e Física da Universidade Federal do Rio Grande.

Universidade Federal do Rio Grande - FURG

Instituto de Matemática, Estatística e Física - IMEF

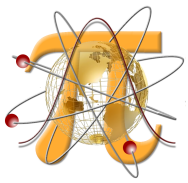
Curso de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT

Orientador: Dr. Mario Rocha Retamoso

Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil

Julho, 2016

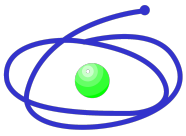
Universidade Federal do Rio Grande
http://www.furg.br



Instituto de Matemática, Estatística e Física
http://www.imef.furg.br

Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional
http://www.profmat-sbm.org.br

Sociedade Brasileira de Matemática
http://www.sbm.org.br



Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
http://www.capes.gov.br

Ficha catalográfica

C824p Corrêa, Paulo Marcus Hollweg.
A plataforma *Khan Academy* como auxílio ao ensino híbrido em Matemática: um relato de experiência / Paulo Marcus Hollweg Corrêa. – 2016.
82 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Programa de Pós-graduação em Matemática, Rio Grande/RS, 2016.
Orientador: Dr. Mario Rocha Retamoso.

1. *Khan Academy* 2. Ensino híbrido 3. Aprendizagem 4. Ensino personalizada 5. Educação Matemática I. Corrêa, Paulo Marcus Hollweg II. Título.

CDU 51:37

Catalogação na Fonte: Bibliotecário Me. João Paulo Borges da Silveira CRB 10/2130

Este trabalho é dedicado àqueles que lutam
para oferecer uma educação de qualidade a seus alunos,
e não medem esforços para que isso aconteça!

Agradecimentos

Quero primeiramente agradecer a Deus por me acompanhar desde o processo de seleção até a conclusão do curso.

Agradeço aos meus pais Luci e Valdelírio (*in memorian*) por todo apoio e pela educação que recebi desde pequeno. Ao meu irmão Márcio que sempre me incentivou a continuar estudando sempre mais.

Agradeço a minha namorada Juliana que sempre esteve presente em todas as etapas do curso como uma companheira paciente, mesmo em momentos que as preocupações apareciam foi o meu porto seguro e de conforto.

Agradeço ao meu grande amigo Marcelo Moreira da Silva que sempre se prontificou em ajudar com sugestões pertinentes, no suporte e confecção desse trabalho.

Agradeço a toda equipe da coordenadoria nacional do PROFMAT pelo trabalho desenvolvido e pela oportunidade de oferecer um curso com tamanha qualidade no ensino de Matemática.

Agradeço a CAPES pelo financiamento do curso através de uma bolsa de estudos sem a qual seria inviável a minha permanência e conclusão.

Agradeço a todos os professores do PROFMAT da Universidade Federal do Rio Grande - FURG, Campus de Rio Grande, pelas aulas que foram importantes para a minha qualificação e que espero ter retribuído em suas aulas a grande contribuição que deram na minha formação;

Quero agradecer especialmente ao meu orientador Professor Dr. Mario Rocha Retamoso que corajosamente me aceitou como seu orientando e me acompanhou no desenvolvimento desse trabalho.

Agradeço aos meus colegas de curso, pois juntos conseguimos formar uma turma muito unida e que resultou em uma amizade que manteremos para sempre. Agradeço em especial ao meu colega Jader Soares dos Santos grande companheiro nessa jornada de realizar o curso de mestrado.

Quero agradecer também a equipe diretiva e a todos os professores e funcionários da Escola Municipal Rio Grande do Sul, onde atuo, por todo apoio que recebi para o desenvolvimento desse trabalho.

Agradeço também aos meus alunos que foram muito amigos em aceitar colaborar com esse estudo.

"Ensinarás a voar... mas não voarão o teu voo;
Ensinarás a sonhar... mas não sonharam o teu sonho;
Ensinarás a viver... mas não viverão a tua vida;
Ensinarás a cantar... mas não cantarão a tua canção;
Ensinarás a pensar... mas não pensarão como tu;
Porém saberás que cada vez que voem, sonhem, vivam, cantam e pensem...
estará a semente do caminho ensinado e aprendido". (José Saramago)

Resumo

O trabalho aqui descrito relata uma experiência de ensino híbrido com estudantes do ensino fundamental da Escola Municipal Rio Grande do Sul, localizada na cidade de Canoas, na Grande Porto Alegre, estado do Rio Grande do Sul. O recurso tecnológico utilizado foi a plataforma educacional *Khan Academy* e o trabalho relaciona recursos de funcionamento da plataforma com descobertas da Neurociência Cognitiva, com base: na leitura do livro *Um Mundo, Uma Escola: a educação reinventada*, cujo autor - Salman Khan - é o criador da plataforma *Khan Academy*; na leitura do livro *Aprendendo a Aprender: como ter sucesso em matemática, ciências e qualquer outra matéria* de autoria de Bárbara Oakley; do curso *Aprendendo a Aprender: ferramentas mentais poderosas para ajudá-lo a dominar assuntos difíceis* também de Bárbara Oakley e Terrence Sejnowski, disponível na plataforma *Coursera*; e da experiência do autor desse trabalho e seu orientador no uso da plataforma *Khan Academy*, que possibilitou estabelecer algumas relações entre o modo como opera a plataforma, e o modo como opera o cérebro humano em processos de aprendizagem. Algumas grandes vantagens da plataforma *Khan Academy* residem no respeito ao ritmo e tempo próprio de cada indivíduo em seu processo de aprendizagem, na imensa e variada quantidade de problemas a serem resolvidos pelos estudantes, com *feedback* imediato dos resultados obtidos em direção ao domínio das habilidades pretendidas, além da possibilidade de acompanhamento - pelo professor-tutor - do processo, ao invés da centralização no produto, permitindo desta forma uma avaliação contínua e personalizada do estudante com intervenções pontuais em suas atividades auxiliando-o na busca de autonomia intelectual. E finalmente, outro elemento importante que se faz presente na plataforma *Khan Academy* são as características de *games*, que sabidamente provocam reações neuronais que estimulam a atenção, concentração, combate à procrastinação, entre outras. Embora deva ser destacado que essa plataforma não se trata de um game, vários de seus recursos levam ao usuário experimentar sensações semelhantes aos jogadores de games quando, ao vencerem desafios e cumprirem tarefas, recebem estímulos como medalhas, pontos de energia bem como sinais sonoros e imagens visuais estimulantes do desejo de seguir avançando em direção ao domínio de habilidades.

Palavras-chaves: *Khan Academy*, ensino híbrido, aprendizagem, ensino personalizado, educação matemática

Abstract

The thesis here presented reports a hybrid teaching experience with elementary level students from Rio Grande do Sul School, located at the city of Canoas, city of Porto Alegre Metropolitan area in Rio Grande do Sul state. The resources used was the educational platform named *Khan Academy* and this work tried to relate the platform operating resources with recent findings from cognitive neuroscience, based upon: 1- Reading of the book "Um Mundo, Uma Escola: A Educação Reinventada", by Salman Khan, who is the creator of *Khan Academy* platform; 2- Reading of the book "Aprendendo a Aprender: Como Ter Sucesso em Matemática, Ciências e Qualquer Outra Matéria" by Barbara Oakley; 3- The principles and concepts of the course "Aprendendo a Aprender: Ferramentas Mentais Poderosas para Ajudá-lo a Dominar Assuntos Difíceis" by Barbara Oakley and Terrence Sejnowski, available online at the Coursera platform and; 4- The experience of the author and his thesis' advisor on the use of *Khan Academy* platform, which allowed to establish some relationship between how the platform works and how the human brain operates in the learning processes. Some of the great *Khan Academy* platform advantages lie in respect for the pace and the time available of each individual in their learning process, the vast and varied number of problems to be solved by the students with immediate feedback towards the required skills and the supervision possibility by the teacher or tutor of this process, instead of centering on the product, thus allowing a continuous and personalized student evaluation with occasional interventions in their activities assisting them in find their intellectual autonomy. Finally, another important element which is present in the *Khan Academy* platform are the games features, which are known to cause neuronal responses stimulating attention, concentration, combating procrastination, among others. Although it is also important to mention, this platform is not only about a *game*, even many of its features lead to the user experience sensations similar to those gamers when overcome challenges and fulfill tasks, receiving stimuli such as medals, power points, special sound effects and stimulating visual images of the desire to move forward and towards the skills mastery.

Key-words: *Khan Academy*, hybrid teaching, learning, personalized learning, mathematics education

Lista de ilustrações

Figura 1 – Mensagem que aparece em todas as páginas da plataforma *Khan Academy* 19
Figura 2 – Tela do quadro de medalhas 20
Figura 3 – Opção de um estudo personalizado 21
Figura 4 – Visualização geral dos assuntos 22
Figura 5 – Assuntos separados por ano de escolaridade (padrão dos Estados Unidos) 22
Figura 6 – Visualização dos assuntos Fundamentos da Matemática e Aritmética . 23
Figura 7 – Visualização dos assuntos Pré-álgebra e Noções de Álgebra 24
Figura 8 – Visualização dos assuntos Álgebra I e Geometria básica 26
Figura 9 – Visualização dos assuntos Geometria e Álgebra II 27
Figura 10 – Visualização dos assuntos Trigonometria e Probabilidade e Estatística . 28
Figura 11 – Visualização dos assuntos Pré-cálculo e Cálculo diferencial 29
Figura 12 – Imagem do vídeo apresentado aos alunos sobre a plataforma *Khan Academy.* 30
Figura 13 – Visualização do ambiente ***Aquecimento para a missão***. 31
Figura 14 – Visualização de um exercício do ***Aquecimento para a missão***. . . . 32
Figura 15 – Visualização dos relatórios disponíveis para o professor-tutor 34
Figura 16 – Visualização da opção ***Gerenciar alunos*** 35
Figura 17 – Visualização da opção ***Progresso por aluno - Gráfico de barras*** . 36
Figura 18 – Visualização da opção ***Progresso por aluno - Tabela*** 37
Figura 19 – Visualização personalizada das atividades que o aluno trabalhou 38
Figura 20 – Visualização da opção ***Progresso por habilidade*** 38
Figura 21 – Visualização do ambiente para a ***Recomendação de uma atividade*** 39
Figura 22 – Visualização da opção ***Grade*** 40
Figura 23 – Visualização da opção ***Atividade*** 41
Figura 24 – Visualização da opção ***Tempo real*** 41
Figura 25 – Exemplo de desafio sobre números decimais 45
Figura 26 – Visualização do pontos de energia adquiridos ao mudar de nível de habilidade 46
Figura 27 – Exemplo de atividade sobre Números racionais 49
Figura 28 – Vídeo oferecido pela plataforma e que foi sugerido que os alunos assistissem 50
Figura 29 – Exemplo de atividade sobre operações com números decimais 50
Figura 30 – Exemplo de atividade sobre dízimas periódicas 51
Figura 31 – Lateral direita do LABIN 52
Figura 32 – Centro do LABIN 53
Figura 33 – Lateral esquerda do LABIN 53

Figura 34 – Imagem do documentário *Fermat's Last Theorem* da BBC - Horizon 1996 65
Figura 35 – Imagem da Superfície de Costa 66
Figura 36 – Tela de um aluno com atividades feitas das 18h:58min até 19h:56min . 72
Figura 37 – Tela de um aluno com atividades feitas das 23h:01min até 23h:10min . 72
Figura 38 – Visualização do relatório de desempenho dos alunos da turma A. . . . 78
Figura 39 – Visualização do relatório de desempenho dos alunos da turma B. . . . 79
Figura 40 – Visualização do relatório de desempenho dos alunos da turma C. . . . 80
Figura 41 – Visualização do relatório de desempenho dos alunos da turma D. . . . 81

Sumário

Introdução **13**

1 SOBRE A PLATAFORMA *KHAN ACADEMY* **17**
1.1 Objetivos **17**
1.2 Funcionalidade da *Khan Academy* **18**
1.3 Como os alunos conheceram a *Khan Academy* **29**

2 A PROPOSTA DE TRABALHO PARA OS ALUNOS **33**
2.1 Dificuldades iniciais **33**
2.2 Atividades realizadas **43**
2.3 O laboratório de informática da escola **51**

3 OS RELATOS DE ALGUMAS PESSOAS ENVOLVIDAS NO TRABALHO **55**
3.1 O relato da diretora da escola **55**
3.2 O relato dos alunos **55**
3.3 O relato dos pais **56**

4 ALGUNS RESULTADOS RELEVANTES **58**
4.1 Resultados obtidos na OBMEP e na OBM **58**
4.2 Outro resultado relevante **59**

5 A NEUROCIÊNCIA NOS AJUDA A ENTENDER **61**
5.1 Como a plataforma *Khan Academy* usa os modos focado e difuso . **61**
5.2 Exemplos de problemas famosos da Matemática exemplificando os modos focado e difuso **63**
5.2.1 Arquimedes e a coroa do rei Híeron II 63
5.2.2 Andrew Wiles e o Último Teorema de Fermat 64
5.2.3 A Superfície Mínima de Celso da Costa 65
5.3 A interface de um *game* auxilia o processo de aprendizagem dos conteúdos **66**
5.4 As medalhas como forma de recompensa **68**
5.5 Os exercícios de repetição espaçada e a sua eficiência no processo de aprendizagem **68**
5.6 Ênfase na intercalação e não na sobreaprendizagem **69**
5.7 A importância do sono no processo de aprendizagem **70**

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 73

REFERÊNCIAS 75

ANEXOS 77

Introdução

O presente trabalho descreve uma experiência de ensino híbrido[1] realizada com turmas de 8º ano do ensino fundamental com o auxílio da plataforma *Khan Academy*, (KHAN, 2012). Há dois anos, o autor desse texto tem trabalhado alguns conteúdos de Matemática com estudantes de duas turmas de 8º ano (em 2014 e 2015) da Escola Municipal de Ensino Fundamental Rio Grande do Sul, no município de Canoas - Grande Porto Alegre - no estado do Rio Grande do Sul, utilizando recursos da plataforma *Khan Academy*. A plataforma é uma ferramenta auxiliar para um trabalho mais eficaz, com o objetivo de buscar uma aprendizagem mais significativa, bem como uma avaliação do processo de aprendizagem de cada estudante - ao invés de unicamente o produto - permitindo uma correção de rota sempre que necessária para a aquisição definitiva das habilidades esperadas dos estudantes.

A motivação para a realização deste trabalho deu-se em razão da preferência de estudantes por recursos educacionais que fazem uso de novas tecnologias (como plataformas virtuais de ensino) em comparação aos métodos tradicionais de trabalho. Em 2014, no trabalho com estudantes de duas turmas do 8º ano do ensino fundamental, foram feitos os primeiros usos da plataforma *Khan Academy* como uma ferramenta auxiliar para sanar algumas dificuldades que costumam aparecer nos estudantes em início de período letivo. Um dos problemas mais frequentes enfrentados por professores é a falta de domínio, por parte dos alunos, de alguns conhecimentos e habilidades prévias para o melhor desenvolvimento de determinados conteúdos.

Geralmente, nesses casos é preciso dedicar algumas aulas para rever os conteúdos mais elementares para que assim se possa avançar com os objetivos de cada aula. Porém alguns imprevistos ocorrem e geralmente o tempo de revisão dos conteúdos ultrapassa o que foi planejado inicialmente - o que acaba gerando um problema para o professor. Alguns professores optam por desenvolver todo o conteúdo programado, porém, com menos tempo do que o planejado inicialmente e prejudicando assim o aluno (pela falta de tempo para digerir todas as informações recebidas). Outros professores optam por reduzir o conteúdo a ser ensinado, o que novamente prejudica a formação do aluno, pois o estudante acaba vendo menos conteúdo do que é considerado adequado pelo currículo da escola.

Para tratar deste tipo de dificuldade, a plataforma *Khan Academy* tem se mostrado muito eficiente, pois o professor tem a possibilidade de preparar estudos dirigidos para cada estudante, recomendando tópicos que devem ser estudados individualmente. De

[1] O ensino híbrido envolve a utilização das tecnologias com foco na personalização das ações de ensino e de aprendizagem.

acordo com o modo como a plataforma opera, ela sugere uma sequência de exercícios em diferentes graus de dificuldades, que os estudantes podem desenvolver tanto em casa, quanto na própria escola - acessando a sua conta na *Khan Academy*. A realização dessas atividades serve para preparar o estudante para o domínio dos pré-requisitos necessários ao desenvolvimento dos conteúdos nas aulas seguintes.

Dentre os principais aspectos positivos no uso da plataforma *Khan Academy*, está o controle que o professor tem das atividades desenvolvidas pelos seus alunos, indicadas pelo professor-tutor ao aluno em questão, ou atividades que o próprio aluno considerou interessante em realizar, mediante decisão autônoma.

Outro importante recurso que a plataforma *Khan Academy* oferece ao professor para um acompanhamento personalizado do processo de aprendizagem de cada estudante, consiste de uma série de relatórios que permitem a comprovação:

- da quantidade de tempo que o estudante dedicou aos estudos e realização das atividades agendadas;
- de quais habilidades o estudante tem demonstrado dificuldades em aprender;
- de quais habilidades tem exibido progresso em direção ao domínio;
- de quais habilidades o estudante exibe domínio.

Essas informações ficam disponíveis ao professor, que pode fazer diagnósticos mais precisos sobre o andamento do processo e organizar seu trabalho mediante intervenções pontuais e de acordo com cada estudante. Ou, ainda, cada grupo de estudantes que exibe dificuldades similares, permitindo que as aulas presenciais enfatizem a resolução de problemas - isso com a participação ativa dos estudantes ao invés da passividade costumeira em aulas puramente expositivas.

Um dos desafios para um professor durante seu trabalho está em saber quando determinado conteúdo já está bem entendido pelo estudante. É fato comprovado pela Neurociência Cognitiva[2] que cada indivíduo tem seu tempo e ritmo próprios de aprendizagem (OAKLEY, 2015). Os alunos que realizam as atividades programadas já demonstram maturidade suficiente com poucas horas de prática na solução de problemas e desafios submetidos pela própria plataforma *Khan Academy*, exibindo resultados bastante satisfatórios em seu relatório pessoal.

Entretanto, existem alunos que podem apresentar alguma dificuldade maior e acabam necessitando de mais tempo de prática, tanto assistindo vídeo-aulas, como resolvendo problemas e desafios que vão sendo propostos à medida em que o estudante avança nas atividades.

[2] A Neurociência Cognitiva estuda nossa memória, os pensamentos e as formas de aprendizado.

Uma questão prática que se coloca ao docente é: *como atender com eficiência esses dois grupos de estudantes numa mesma turma e de forma satisfatória e eficaz?*

O funcionamento da plataforma *Khan Academy* é bem indicado nesse tipo de situação, pois é possível trabalhar também o protagonismo do aluno no seu aprendizado. Cada aluno pode receber atividades individuais para sanar suas dificuldades, mesmo durante a aula presencial na escola, já que não raramente os períodos de aula não são suficientes para a conclusão de suas tarefas. Esse recurso também serve para atender àqueles alunos que precisam de mais tempo para a realização de suas tarefas a fim de elevar sua compreensão solucionando os problemas que são propostos de acordo com o grau de facilidade e/ou dificuldade do aluno. Por exemplo: digamos que um estudante erra seguidamente a solução de equações quadráticas. Nesse caso, a programação interna da plataforma procura propor problemas com graus de dificuldade menores e, desse modo, sentindo-se mais motivado pelos acertos em sequência, o estudante acaba por realizar a tarefa com mais atenção (modo focado) até dominar melhor o assunto. Assim, ele é levado a enfrentar - após algumas horas necessárias para realização de conexões neurais que solidificam suas atividades práticas - desafios, que são problemas um pouco mais complexos do que os experimentados até então pelo estudante. O estudante é, dessa forma, dirigido gradualmente para a aquisição da habilidade.

A interface da plataforma *Khan Academy* é bem ilustrativa e de fácil acesso a todas as informações. Em poucos minutos de acesso, tanto o professor-tutor quanto o estudante terão domínio de suas funcionalidades. A plataforma *Khan Academy* trabalha com todos os conteúdos desenvolvidos nos ensinos fundamental, médio e boa parte dos conteúdos básicos comuns aos primeiros anos da maioria dos cursos universitários. Mesmo depois do aluno já não fazer parte da turma ou da instituição de ensino que o seu professor-tutor trabalha, é possível continuar com o auxílio e orientação desse.

Devem ser ressaltados na plataforma *Khan Academy* vários recursos que foram identificados e são fundamentados na Neurociência Cognitiva são os responsáveis pelas sinapses[3] que constituirão o processo individualizado de aprendizagem do estudante. Alguns desses recursos, já comentados acima, estão presentes em jogos de vídeo-games e as sensações causadas pelos mesmos já foram experimentadas por quem os jogou. Dessa forma, várias das estratégias lá usadas para manter o estudante interessado em aprender mais e melhor são semelhantes àquelas experimentadas por jogadores de vídeo-games: satisfação pela aquisição de pontos, níveis de energia, obtenção de medalhas de conquista e mudanças de nível. Recursos dessa natureza têm sido referenciados como *gamificação da aprendizagem* (FARDO, 2013).

Entretanto a plataforma *Khan Academy* não se trata de um *game*, pois nem mesmo há um adversário a ser derrotado. Mas sim que - e essa é a premissa desta dissertação

[3] Sinapses são zonas ativas de contato entre uma terminação nervosa e outros neurônios.

- usa recursos comuns a *games* que encontram embasamento na Neurociência Cognitiva, para despertar no usuário o desejo de querer aprender mais e melhor.

Todas essas categorias de prêmios e pontuações agem como espécies de reforços positivos que, graças ao modo como opera o cérebro humano, parecem contribuir para solidificar os conteúdos matemáticos e habilidades adquiridas mediante a resolução dos problemas lá propostos.

O presente trabalho está estruturado da seguinte forma: O capítulo 1 trata especificamente sobre a plataforma *Khan Academy*, os objetivos que alcançamos fazendo o uso da plataforma. Apresentamos também as funcionalidades que a plataforma *Khan Academy* oferece aos seus usuários e como ela foi apresentada aos alunos que participaram dessa experiência de ensino híbrido.

O capítulo 2 trata sobre a proposta de trabalho que foi desenvolvida com os alunos, as dificuldades que eles apresentaram no início do trabalho e como foram solucionados esses contratempos. Também são apresentadas as atividades oferecidas pela plataforma que foram realizadas com os alunos e o modo como foram realizadas essas atividades. O capítulo se encerra com a apresentação do local onde o trabalho se desenvolveu com os alunos (juntamente com o uso do computador pessoal dos mesmos em suas casas) o Laboratório de Informática da escola.

No capítulo 3 estão relatos de algumas pessoas que estavam envolvidas no desenvolvimento do trabalho. É apresentado o relato da diretora da escola, de alguns alunos que fizeram uso da plataforma *Khan Academy* e de alguns pais desses alunos que se dispuseram a acompanhar os estudos de seus filhos.

O capítulo 4 apresenta alguns resultados que já puderam ser obtidos pelos alunos devido ao uso da plataforma *Khan Academy*, mais especificamente com relação ao desempenho dos mesmo em olimpíadas científicas oferecidas no país, como a Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas - OBMEP, (IMPA, 2005) e a Olimpíada Brasileira de Matemática - OBM, (SBM, 1979).

O capítulo 5 apresenta as relações que foram identificadas pelos autores nos mecanismos de funcionamento da plataforma *Khan Academy* que estão em consonância aos estudos da Neurociência Cognitiva.

E como fechamento, no capítulo 6 são apresentadas as considerações finais do presente trabalho e as suas referências bibliográficas que deram o suporte necessário para o desenvolvimento e para a conclusão desse trabalho.

1 Sobre a Plataforma *Khan Academy*

1.1 Objetivos

Este trabalho procura relatar uma experiência metodológica de ensino híbrido - aulas expositivas e uso da plataforma *Khan Academy* - para atividades dirigidas ao desenvolvimento de alguns tópicos de Matemática em quatro turmas do 8º ano do Ensino Fundamental nos anos de 2014 e 2015 da Escola Rio Grande do Sul, no município de Canoas/RS.

Os objetivos deste estudo são:

1. proporcionar aos alunos um ambiente de estudo mais dinâmico e participativo;
2. permitir ao professor intervir no processo de aprendizagem individual de cada estudante mediante o uso das ferramentas disponíveis na própria plataforma, as quais fornecem relatórios diários de pontos de dificuldade e pontos de avanço em direção à aquisição de habilidades;
3. possibilitar ao professor uma avaliação contínua com foco no processo - ao invés do produto - permitindo que o estudante trabalhe conforme seu próprio ritmo e tempo;
4. buscar relações com a Neurociência Cogntiva, a respeito do modo como opera a plataforma *Khan Academy*.

Principalmente quanto ao 4º objetivo, a ideia de estabelecer tais relações neste estudo surgiu da experiência do autor e seu orientador como usuários da plataforma *Khan Academy*, de modo a conhecer seus recursos e fazer melhor uso dos mesmos, bem como por terem estudado alguns rudimentos dos processos neurológicos de aprendizagem por meio do curso *on line* (OAKLEY; SEJNOWSKI, 2015) oferecido pela plataforma *Coursera*, (COURSERA, 2012).

O uso da plataforma *Khan Academy* permitiu otimizar o tempo do professor em sala de aula, sanando de forma eficaz as dificuldades encontradas pelos alunos, e foi notada a participação colaborativa entre os mesmos, na tentativa de resolver os diferentes problemas que surgem, dinamizando o trabalho em sala de aula. Neste capítulo, são apresentados os recursos mínimos necessários para um bom desenvolvimento do trabalho.

1.2 Funcionalidade da *Khan Academy*

A plataforma educacional *Khan Academy* é um ambiente virtual de ensino e aprendizagem onde o aluno exerce o protagonismo com relação aos seus avanços de aprendizagem. Segundo o seu criador e idealizador, *Salman Khan*, a plataforma tem a proposta ambiciosa de oferecer "Educação gratuita de nível internacional para qualquer um, em qualquer lugar e para sempre." (KHAN, 2013).

A plataforma *Khan Academy* oferece aos alunos a possibilidade de estudar Matemática usando como pano de fundo uma estrutura conhecida na literatura atual como gamificação do sistema de aprendizagem, pois "gamificação se refere à aplicação de elementos de *games* fora do contexto dos *games*." (FARDO, 2013).

Ela permite ao aluno a possibilidade de obter recompensas conforme realize atividades indicadas pelo professor-tutor ou até mesmo atividades que o próprio aluno escolheu. Essas recompensas vão desde pontos de energia até a conquista de medalhas.

A plataforma *Khan Academy* oferece ao aluno ganho de pontos de energia quando o mesmo realiza uma atividade, concluindo-a ou não. Nesse aspecto, a acumulação de pontos funciona também como reforço positivo, pelo tempo dedicado a tentar cumprir as tarefas, seja assistindo vídeo-aulas, seja tentando resolver problemas. A passagem pelos níveis de domínio - quando o aluno ultrapassa determinada quantidade de pontos de energia acumulados e abertura de novas atividades quando conclui as que servem de pré-requisitos - elevam o aluno ao nível de domínio do conteúdo estudado.

Outra forma que os alunos têm de adquirir pontos de energia é assistindo aos vídeos que estão disponíveis em todas as atividades oferecidas pela plataforma. Esses vídeos têm uma duração média de 10 minutos e apresentam explicações e exemplos sobre a atividade que o aluno está estudando. Os alunos devem ser motivados a assistir os vídeos, mas a importância disso, não deve se resumir apenas a uma forma de ganhar pontos de energia. Assistir os vídeos (de exemplos, explicações do conteúdo e exercícios resolvidos) é parte **importantíssima** do processo de aprendizagem, pois:

> [. . .] quando você está começando a tentar entender como resolver um problema, você está sob uma pesada carga cognitiva - e por isso começar com um exemplo totalmente solucionado ajuda. É como usar um GPS quando você está dirigindo por ruas desconhecidas no meio da noite. (OAKLEY, 2015).

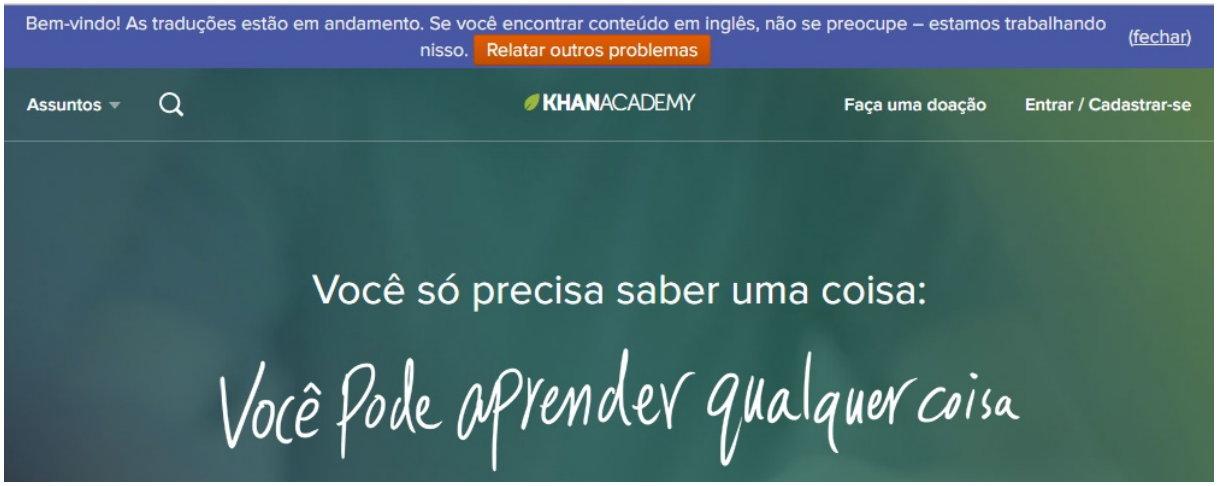
Os vídeos foram originalmente gravados em inglês, mas a *Fundação Lemann* já realizou a tradução para o português de significativa parte desses vídeos. Principalmente aqueles destinados à educação básica.

> Em 2014, a *Khan Academy* passou a ser traduzida para o português pela *Fundação Lemann* e, desde então, tem ajudado mais de 5 milhões

> de brasileiros a desenvolverem suas habilidades de matemática de forma divertida e sem barreiras. Além da tradução de aulas e exercícios, [. . .] (LEMANN, 2015).

Por isso, pode acontecer de o aluno ainda encontrar alguma vídeo-aula em inglês. A própria plataforma oferece ao aluno um canal para informar possíveis problemas encontrados quanto às traduções, como indica a Figura 1.

Figura 1 – Mensagem que aparece em todas as páginas da plataforma *Khan Academy*



Fonte: <http://pt.khanacademy.org>

Além dos pontos de energia, as medalhas são outra forma de recompensa que o aluno recebe quando cumpre determinados requisitos, que a própria plataforma determina. As medalhas podem ser classificadas como:

- Medalhas de Desafios - são prêmios especiais conferidos ao se completar os desafios de tópico;
- Medalhas Buraco Negro - são prêmios desconhecidos e muito raros;
- Medalhas Sol - para ganhá-las o aluno precisa demonstrar muita dedicação no uso da plataforma;
- Medalhas Terra - são prêmios raros e é exigida uma quantidade significativa de conhecimento;
- Medalhas Lua - são medalhas incomuns e representam um bom investimento na aprendizagem;
- Medalhas Meteorito - são comuns e de fácil aquisição quando se está começando o processo de aprendizagem com o uso da plataforma.

Na Figura 2, está a tela da plataforma onde aparece o quadro de medalhas a serem conquistadas pelo aluno, conforme o mesmo vá realizando as atividades propostas pela plataforma.

Figura 2 – Tela do quadro de medalhas

Fonte: Imagem obtida pelo autor no site da *Khan Academy*.

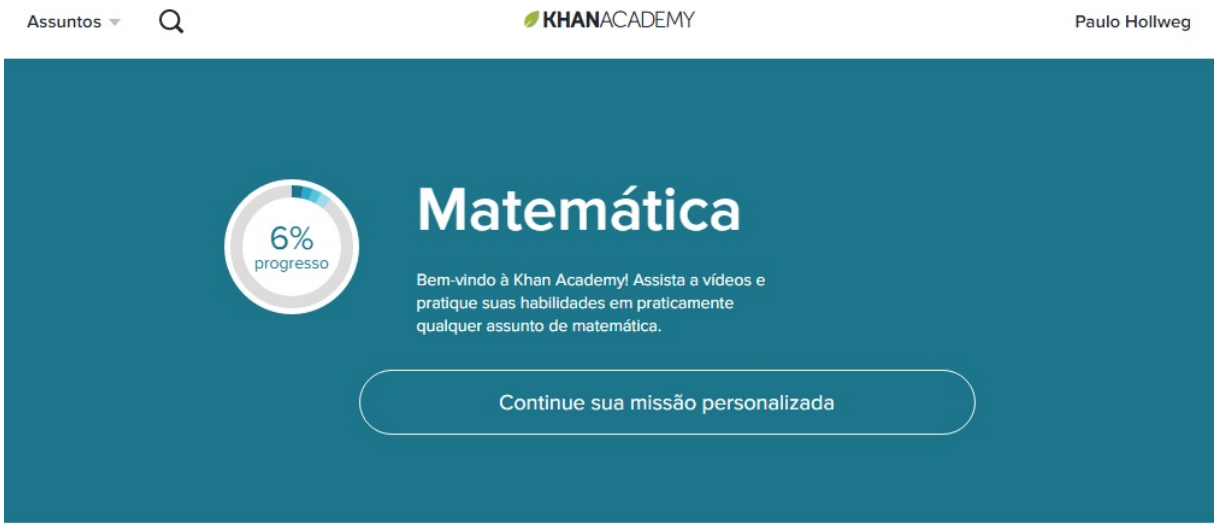
É essa estrutura que se assemelha muito a um jogo de vídeo-game, onde o aluno faz o papel do jogador e as fases do jogo são as missões que o aluno deve completar. Completando as missões, o aluno é premiado com recompensas (pontos de energia e as medalhas). Seguindo essas ideias apresentadas, é preciso atenção da parte do professor-tutor em dominar a ferramenta que está utilizando com seus alunos, pois:

> [. . .] uma prática pedagógica orientada por estratégias de *games* e *game design* requer, antes de tudo, um entendimento profundo desse universo por parte dos professores. Esse é atualmente um dos maiores (se não o maior) desafios do cenário educativo nacional: formar professores capazes de lidar com esse novo contexto cultural, permeado por tecnologias e recursos digitais. Além de saber interagir com as tecnologias, eles precisam estar preparados para conhecer a sua linguagem e utilizá-la nos ambientes de aprendizagem pelos quais são responsáveis. (FARDO, 2013).

A plataforma oferece um grande número de conteúdos do currículo de Matemática para que os alunos, de forma individual e personalizada, sintam-se bem à vontade em escolher os próprios caminhos de estudos a trilhar, conforme mostra a Figura 3. Isso proporciona algum protagonismo do estudante em relação a sua aprendizagem, pois o aluno deixa de ser passivo no processo e possibilita ao professor atuar como um orientador. Agora esse aluno passa ser o protagonista que vai determinar quais são as suas prioridades,

quais são os tópicos de seu interesse dentro da matéria a estudar, bem como quanto tempo irá dispender na atividade.

Figura 3 – Opção de um estudo personalizado



Fonte: Imagem obtida pelo autor no site da *Khan Academy*.

Ao encontro do que se esta tratando (MENEGAIS, 2015):

> [...] a metodologia que *KHAN* propõe na plataforma desenvolve a curiosidade e a autonomia do estudante, permitindo que este construa o conhecimento de acordo com o seu próprio ritmo e que utilize a maior parte do tempo em sala de aula para interagir com seus professores. A sala de aula, então, passa a ser um lugar para discutir o assunto e tirar dúvidas, e não somente para aulas expositivas que, por vezes, não geram um diálogo construtivo. O diferencial da plataforma é a sua propriedade de adaptar-se aos conhecimentos prévios dos estudantes, indicando possibilidades de avanços a partir deles.

Os assuntos que os alunos podem escolher para estudar na plataforma *Khan Academy* estão divididos em:

1. Matemática por assunto e por ano da educação básica;
2. Ciências e Engenharia;
3. Economia e Finanças;
4. Computação;
5. Artes e Humanidades.

A disposição dos assuntos que são ofertados pela plataforma, aparecem para o estudante como mostra a Figura 4.

Figura 4 – Visualização geral dos assuntos

Fonte: Imagem obtida pelo autor no site da *Khan Academy*.

O foco deste trabalho se limita aos assuntos relacionados à Matemática Básica do Ensino Fundamental, em particular o 8º ano. Os assuntos de todos os anos relacionados a Matemática Básica podem ser consultados quando o aluno faz uma escolha por ano de escolaridade (padrão dos EUA) ou por escolha do assunto, como mostra a Figura 5.

Figura 5 – Assuntos separados por ano de escolaridade (padrão dos Estados Unidos)

Fonte: Imagem obtida pelo autor no site da *Khan Academy*.

A seguir são listados os assuntos que podem ser trabalhados com os alunos em:

1. Fundamentos da Matemática:
    - Contando;
    - Introdução à soma e subtração;
    - Valor posicional (dezenas e centenas);
    - Adição e subtração dentro de 20;
    - Soma e subtração de números até 100;

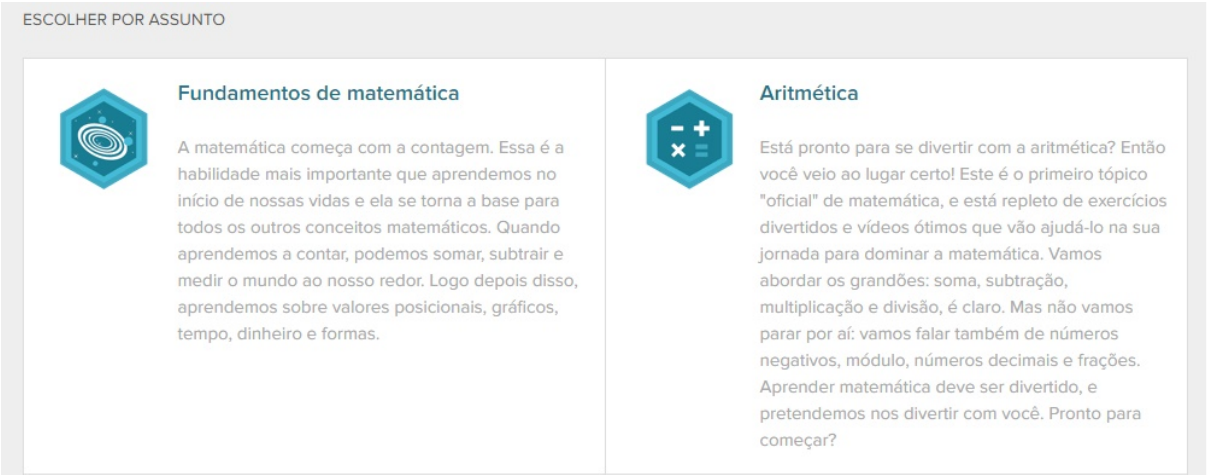
- Soma e subtração de números até 1000;
- Medição de dados;
- Geometria.

2. Aritmética:

- Adição e subtração;
- Multiplicação e divisão;
- Números negativos e valor absoluto;
- Números decimais;
- Frações;
- Dizer as horas.

Conforme mostra a Figura 6, pode-se ver um texto introdutório apresentado pela plataforma para os assuntos Fundamentos de Matemática e Aritmética.

Figura 6 – Visualização dos assuntos Fundamentos da Matemática e Aritmética



Fonte: Imagem obtida pelo autor no site da *Khan Academy*.

3. Pré-Álgebra:

- Números negativos e valor absoluto;
- Divisores e múltiplos;
- Números decimais;
- Frações;
- Razões, proporções, unidades e taxas;
- Uso do raciocínio matemático;

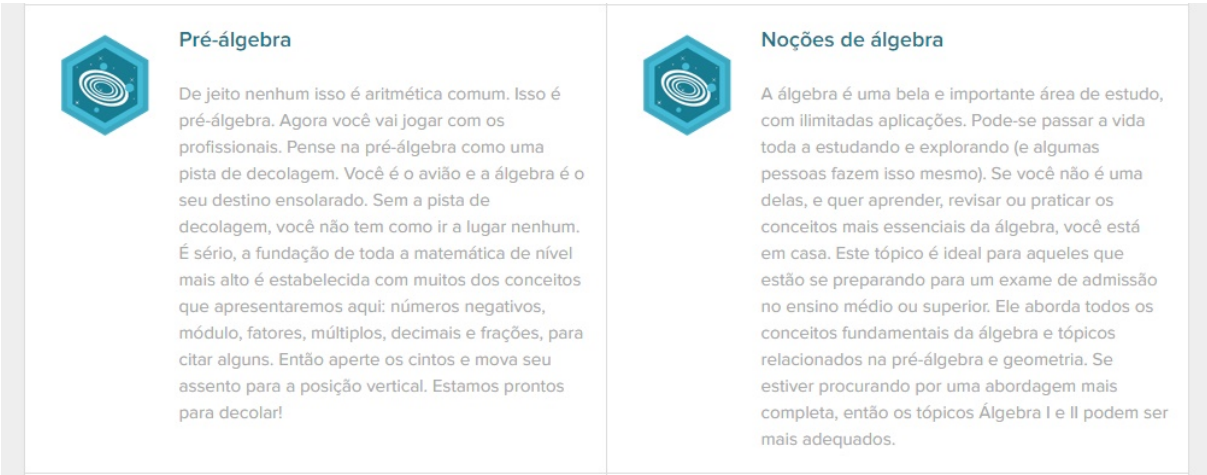
- Expoentes, radicais e notação científica;
- Propriedades aritméticas;
- Medição.

4. Noções de Álgebra:

   - Fundamentos;
   - Expressões algébricas;
   - Equações e inequações lineares;
   - Representação gráfica de retas e coeficiente angular;
   - Sistema de equações;
   - Expressões com expoentes;
   - Expressões quadráticas e polinômios;
   - Equações e geometria.

   Na Figura 7, percebe-se um texto introdutório apresentado pela plataforma para os assuntos Pré-álgebra e Noções de Álgebra.

Figura 7 – Visualização dos assuntos Pré-álgebra e Noções de Álgebra



Fonte: Imagem obtida pelo autor no site da *Khan Academy*.

5. Álgebra I:

   - Fundamentos da missão;
   - Introdução à álgebra;
   - Equações lineares com uma variável;
   - Inequações lineares com uma variável;

- Unidades de medida em modelagem;
- Equações lineares com duas variáveis;
- Funções;
- Problemas sobre funções e equações lineares;
- Progressões;
- Sistemas de equações lineares;
- Inequações lineares de duas variáveis;
- Equações, funções e inequações com valores absolutos;
- Expressões com expoentes fracionários e radicais;
- Introdução às funções exponenciais;
- Introdução aos polinômios;
- Fatoração de polinômios;
- Equações e funções do segundo grau;
- Números racionais e irracionais;
- Como ver estruturas em expressões.

6. Geometria Básica:

   - Retas;
   - Ângulos;
   - Formas;
   - O plano cartesiano;
   - Área e perímetro;
   - Volume e área de superfície;
   - O teorema de Pitágoras;
   - Transformações, congruência e semelhança.

   Na Figura 8, vê-se um texto introdutório apresentado pela plataforma para os assuntos Álgebra I e Geometria básica.

Figura 8 – Visualização dos assuntos Álgebra I e Geometria básica

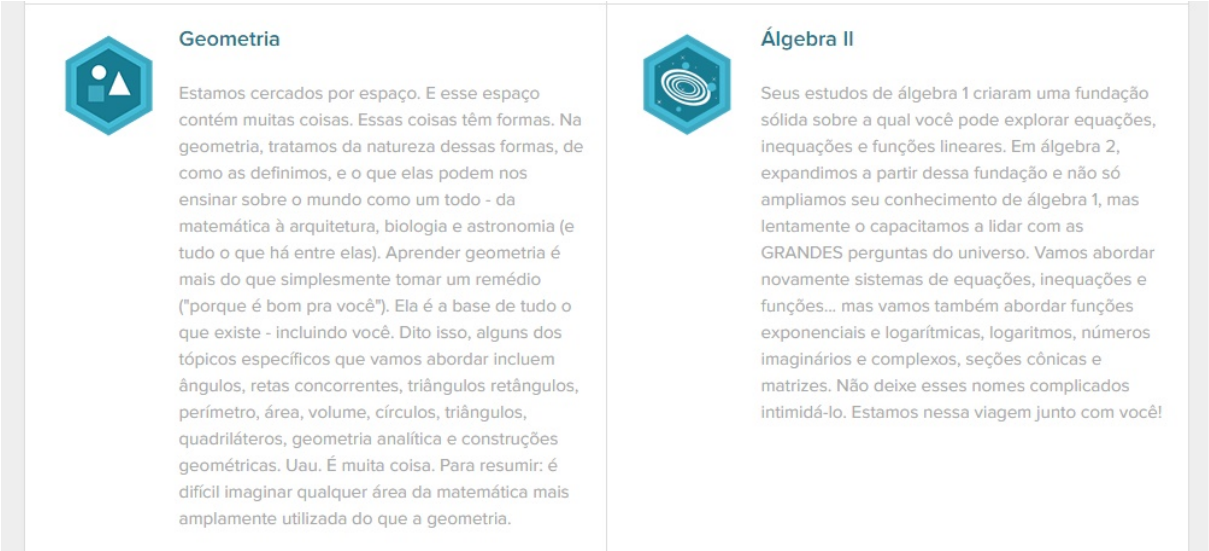
Fonte: Imagem obtida pelo autor no site da *Khan Academy*.

7. Geometria:
    - Fundamentos da missão;
    - Ferramentas da geometria;
    - Ângulos e retas concorrentes;
    - Propriedades especiais e partes dos triângulos;
    - Quadriláteros;
    - Transformações;
    - Congruência;
    - Semelhança;
    - Triângulos retângulos e trigonometria;
    - Circunferências;
    - Perímetro, área e volume;
    - Geometria analítica.
8. Álgebra II:
    - Fundamentos da missão;
    - Manipulação de funções;
    - Introdução aos números complexos;
    - Aritmética com polinômios;

- Expressões, equações e funções polinomiais;
- Equações e funções irracionais;
- Expressões, equações e funções racionais;
- Crescimento e decaimento exponencial;
- Funções exponenciais e logarítmicas;
- Funções trigonométricas;
- Equações e inequações avançadas;
- Funções avançadas;
- Progressões e séries;
- Modelagem com álgebra;
- Introdução as seções cônicas.

Na Figura 9, pode-se ver um texto introdutório apresentado pela plataforma para os assuntos Geometria e Álgebra II.

Figura 9 – Visualização dos assuntos Geometria e Álgebra II



Fonte: Imagem obtida pelo autor no site da *Khan Academy*.

9. Trigonometria:

- Fundamentos da missão;
- Trigonometria com triângulos retângulos;
- Trigonometria com triângulos gerais;
- Definição de seno, cosseno e tangente pelo círculo trigonométrico;

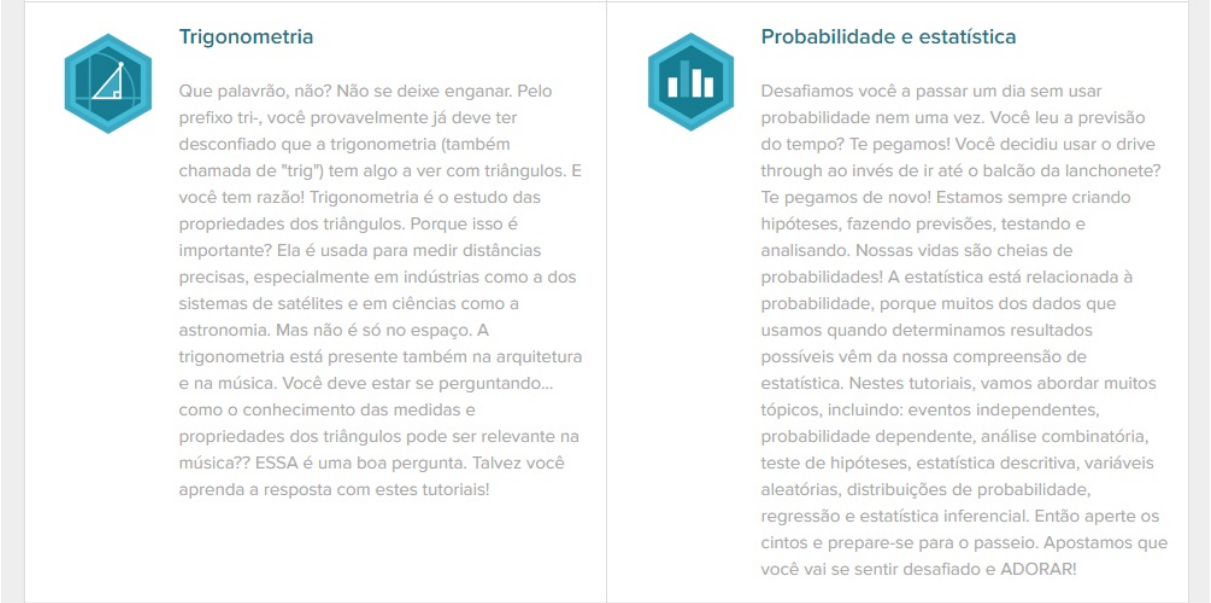
- Gráficos de funções trigonométricas;
- Identidades e equações trigonométricas.

10. Probabilidade e Estatística:

    - Fundamentos da missão;
    - Eventos independentes e dependentes;
    - Probabilidade e análise combinatória;
    - Estudos estatísticos;
    - Estatística descritiva;
    - Variáveis aleatória e distribuições de probabilidades;
    - Regressão;
    - Estatística inferencial.

    Na Figura 10, há um texto introdutório apresentado pela plataforma para os assuntos Trigonometria e Probabilidade e Estatística.

Figura 10 – Visualização dos assuntos Trigonometria e Probabilidade e Estatística



Fonte: Imagem obtida pelo autor no site da *Khan Academy*.

11. Pré-Cálculo:

    - Fundamentos da missão;
    - Identidade e equações trigonométricas;
    - Seções cônicas;

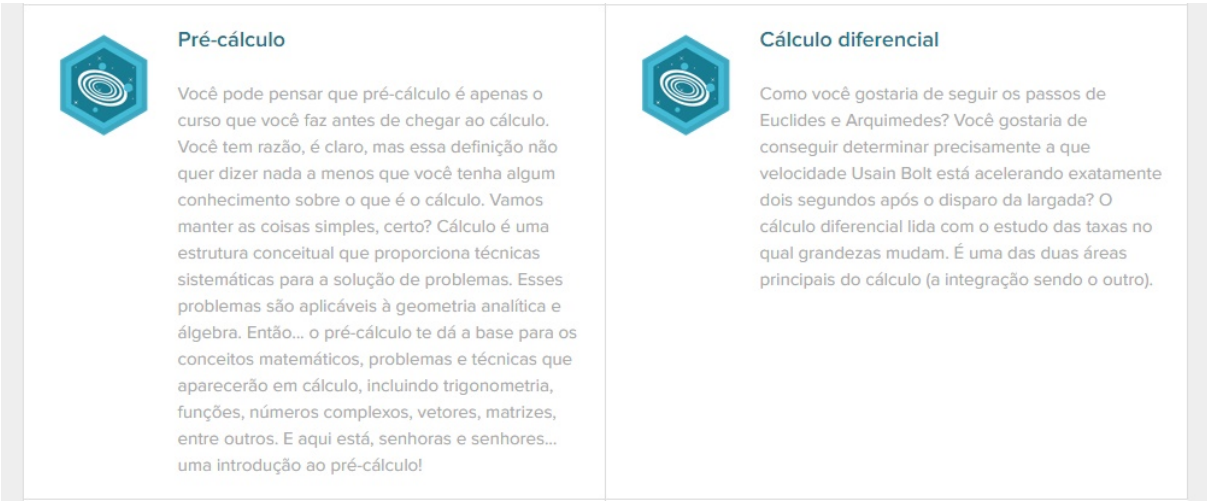
- Vetores;
- Matrizes;
- Números imaginários e complexos;
- Probabilidade e análise combinatória;
- Progressões, séries e indução;
- Expansão em frações parciais;
- Limites.

12. Cálculo Diferencial:

    - Fundamentos da missão;
    - Limites;
    - Obtendo derivadas;
    - Aplicações de derivadas.

Na Figura 11, texto introdutório apresentado pela plataforma para os assuntos Pré-cálculo e Cálculo diferencial.

Figura 11 – Visualização dos assuntos Pré-cálculo e Cálculo diferencial



Fonte: Imagem obtida pelo autor no site da *Khan Academy*.

1.3 Como os alunos conheceram a *Khan Academy*

Para evitar alguns problemas iniciais na implantação da proposta de trabalho, foi criado para cada aluno um *login* e uma senha de acesso à plataforma *Khan Academy*, entregue aos alunos e foi solicitado que eles colassem em seus cadernos.

Foi feita uma breve apresentação com um vídeo intitulado *Khan Academy: The future of education*, (CBSNEWS, 2012) que trata da possibilidade de usar a internet como ferramenta para o ensino, mais especificamente na disciplina de Matemática, conforme a Figura 12. Após esse vídeo, foram apresentados os ambientes que a plataforma *Khan Academy* oferece.

Também foi perguntado aos alunos se eles utilizavam o Laboratório de Informática da escola para pesquisa e/ou complementar os estudos feitos em sala de aula. A grande maioria dos alunos só haviam frequentado o Laboratório de Informática para assistir vídeos apresentados pelos professores, bem como palestras promovidas pela escola. Em casa, o uso do computador foi definido como "para acesso a redes sociais (como *Facebook* e *Twitter*), escutar músicas e para a visualização de vídeos nos canais do *Youtube*". É importante registrar que nenhum aluno mencionou o uso dos computadores do Laboratório de Informática da escola ou de sua residência como ferramenta no auxílio de seu aprendizado, exceto nos casos de vídeos apresentados pelos professores da escola.

Aqui, o trabalho desenvolvido com os alunos se mostra muito maior do que a proposta inicial, que seria de auxiliar os alunos no seu rendimento dos estudos de Matemática. O trabalho vai ao encontro do incentivo no uso adequado de um ambiente rico em recursos como o Laboratório de Informática.

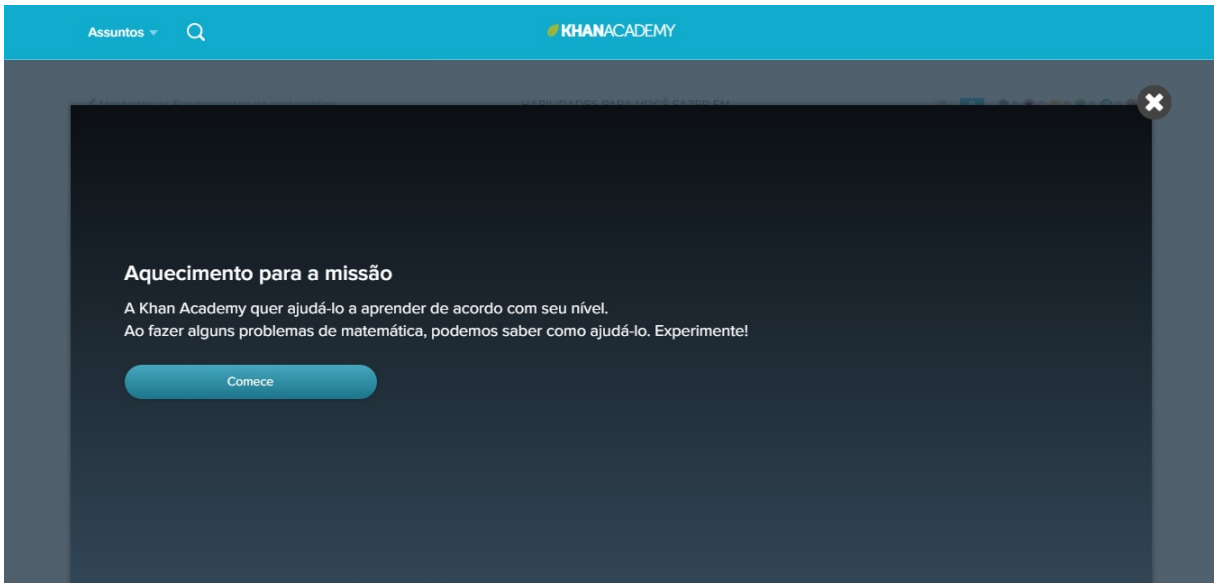
> [. . .] Nessa visão, a escola seria uma espécie de orientadora, que pudesse auxiliar os jovens a construírem um senso crítico que fosse capaz de ler o mundo a partir de suas próprias visões, e que essas visões conseguissem ser fundamentadas em um conhecimento amplo, que desse conta de distinguir o que cabe do que não cabe dentro do projeto de vida de cada um. (FARDO, 2013).

Figura 12 – Imagem do vídeo apresentado aos alunos sobre a plataforma *Khan Academy*.

Fonte: Imagem do vídeo *Khan Academy: The future of education* no *Youtube*.

A primeira atividade marcada com os alunos foi a de realizar o acesso fazendo uso de seu *login* e senha para realizar a atividade chamada ***Aquecimento da Missão***, conforme mostra a Figura 13. Essa atividade tem o objetivo de fazer com que a plataforma *Khan Academy* conheça o aluno que a está acessando. Serve como uma espécie de "pré-teste" para o aluno, onde são oferecidas algumas atividades para saber quais conhecimentos de Matemática o aluno já domina e o que ele ainda não conhece ou ainda não estudou. Em termos de linguagem comum na Pedagogia, a missão de aquecimento funciona como uma espécie de *Avaliação Diagnóstica*. É uma forma de calibragem da plataforma relacionada ao domínio de Matemática daquele aluno que a esta acessando pela primeira vez.

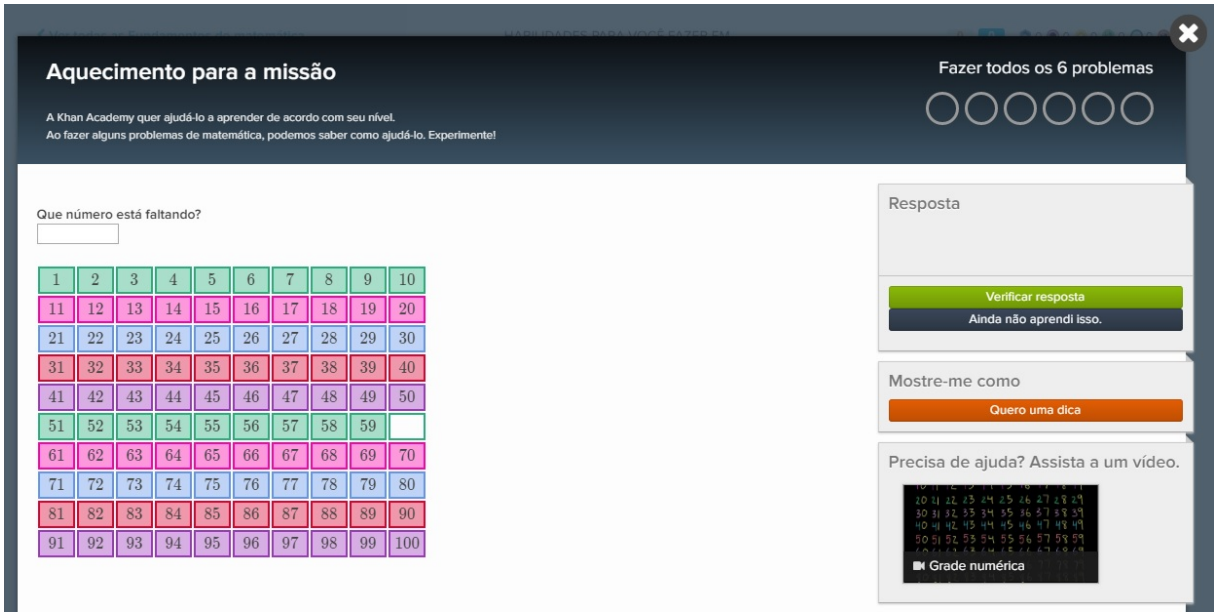
Figura 13 – Visualização do ambiente ***Aquecimento para a missão***.



Fonte: Imagem obtida pelo autor no site da *Khan Academy*.

O *Aquecimento para a missão* é composto por 6 questões de diferentes níveis. Um exemplo de atividade proposta aos alunos aparece na Figura 14. A cada atividade do aquecimento, o aluno tem a possibilidade de responder ou de selecionar a opção: ***Ainda não estudei isso!***

Figura 14 – Visualização de um exercício do ***Aquecimento para a missão***.



Fonte: Imagem obtida pelo autor no site da *Khan Academy*.

Esse recurso deve ser utilizado para que as novas atividades estejam de acordo com o conhecimento matemático do aluno.

2 A proposta de trabalho para os alunos

2.1 Dificuldades iniciais

Um dos primeiros problemas que surgiram foi o fato de alguns alunos não terem computador em suas casas. Além disso, outros não possuíam conexão com a internet em suas casas. Esses problemas foram resolvidos em uma conversa do professor-tutor com os pais desses alunos, na qual o professor se ofereceu para estar presente na escola (em dias pré-determinados) no turno inverso das aulas, para que os estudantes pudessem acessar o laboratório de informática da escola (LABIN). Com isso, o professor conseguiu que todos os alunos tivessem acesso a um computador com *internet* para o uso da plataforma *Khan Academy*.

Um segundo problema ocorrido e que merece destaque foi que, na aula seguinte após a entrega dos *logins* e senhas aos alunos e a solicitação de que realizassem o aquecimento oferecido pela plataforma, alguns alunos não realizaram a tarefa. Quando questionados nominalmente sobre a razão pela qual não haviam realizado a primeira atividade solicitada, os alunos perguntaram ao professor-tutor como ele sabia quais alunos não haviam feito a atividade?

Nesse momento o professor mostrou uma das principais ferramentas que a plataforma *Khan Academy* oferece ao professor-tutor para acompanhar o desenvolvimento das atividades pelos alunos: os relatórios personalizados por turma e por acesso de aluno. Com esse relatório dos acessos, o professor tem na tela de seu computador ou *smartphone*: quais alunos acessaram a plataforma *Khan Academy*; por quanto tempo cada aluno esteve conectado na plataforma; quais atividades cada aluno realizou com êxito; quais atividades cada estudante teve dificuldades; quais vídeo-aulas cada aluno assistiu. Além disso, existe ainda a possibilidade de sugestão - da parte do professor - de práticas de reforço para os grupos de alunos que encontram dificuldades no mesmo tipo de atividade. É possível obter inclusive o horário exato que cada aluno esteve logado na plataforma *Khan Academy*.

Esses relatórios da plataforma *Khan Academy* compõem um conjunto de recursos razoavelmente seguros para acompanhar de forma eficaz o desenvolvimento individual de cada estudante. Os relatórios oferecem informações ao professor-tutor para que o acompanhamento do progresso de seus alunos seja contínuo e individualizado. Nesse sentido, o professor-tutor pode acompanhar pontualmente as dificuldades enfrentadas por cada estudante e atuar de modo ao aluno avançar apropriadamente em seus estudos, sem que toda a turma tenha que manter-se no mesmo tipo de atividade. Esse recurso é

muito interessante no sentido de atender a uma expectativa muito antiga na educação e que tem estado muito em voga ultimamente: o ensino personalizado, pois existem outras plataformas que possuem a mesma ambição que a plataforma *Khan Academy*, mas sem tantos recursos disponíveis e, provavelmente, sem tanto sucesso nas suas pretensões.

Resumidamente, esses relatórios permitem ao professor verificar dificuldades individuais dos alunos. Isso é algo impossível de solucionar em aulas tradicionais, em que toda a turma trabalha num mesmo tema e da qual espera-se um mesmo ritmo. E mesmo que o professor identifique a dificuldade de determinado aluno é muito difícil que esse aluno, dentro da sala de aula e durante uma aula puramente expositiva, tenha o seu tempo de aprendizado respeitado.

Como foi mencionado anteriormente, os relatórios podem ser consultados pelo professor-tutor a qualquer momento na ferramenta designada ***Tempo real***, inclusive quando o seu aluno estiver logado.

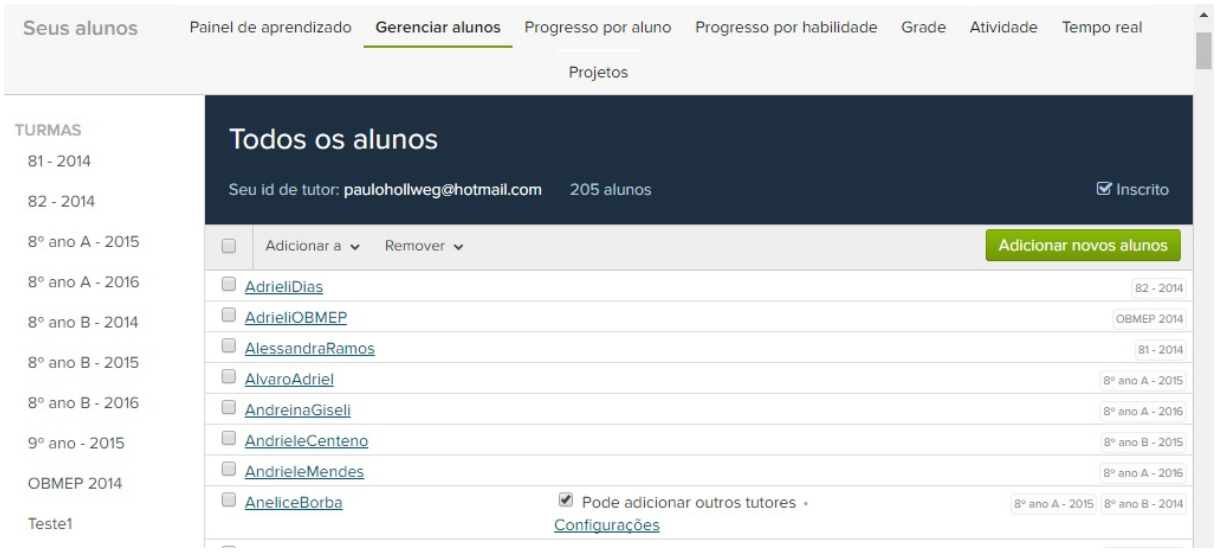
Todas essas informações podem ser acessadas na página inicial da plataforma *Khan Academy*, como mostra a Figura 15, e deixam o professor em uma situação confortável para incluir o uso da plataforma nas suas avaliações.

Figura 15 – Visualização dos relatórios disponíveis para o professor-tutor

Fonte: Imagem obtida pelo autor no site da *Khan Academy*.

Na opção ***Gerenciar alunos***, o professor-tutor encontra um ambiente para acrescentar novos alunos e criar novas turmas, como mostra a Figura 16.

Figura 16 – Visualização da opção ***Gerenciar alunos***



Fonte: Imagem obtida pelo autor no site da *Khan Academy*.

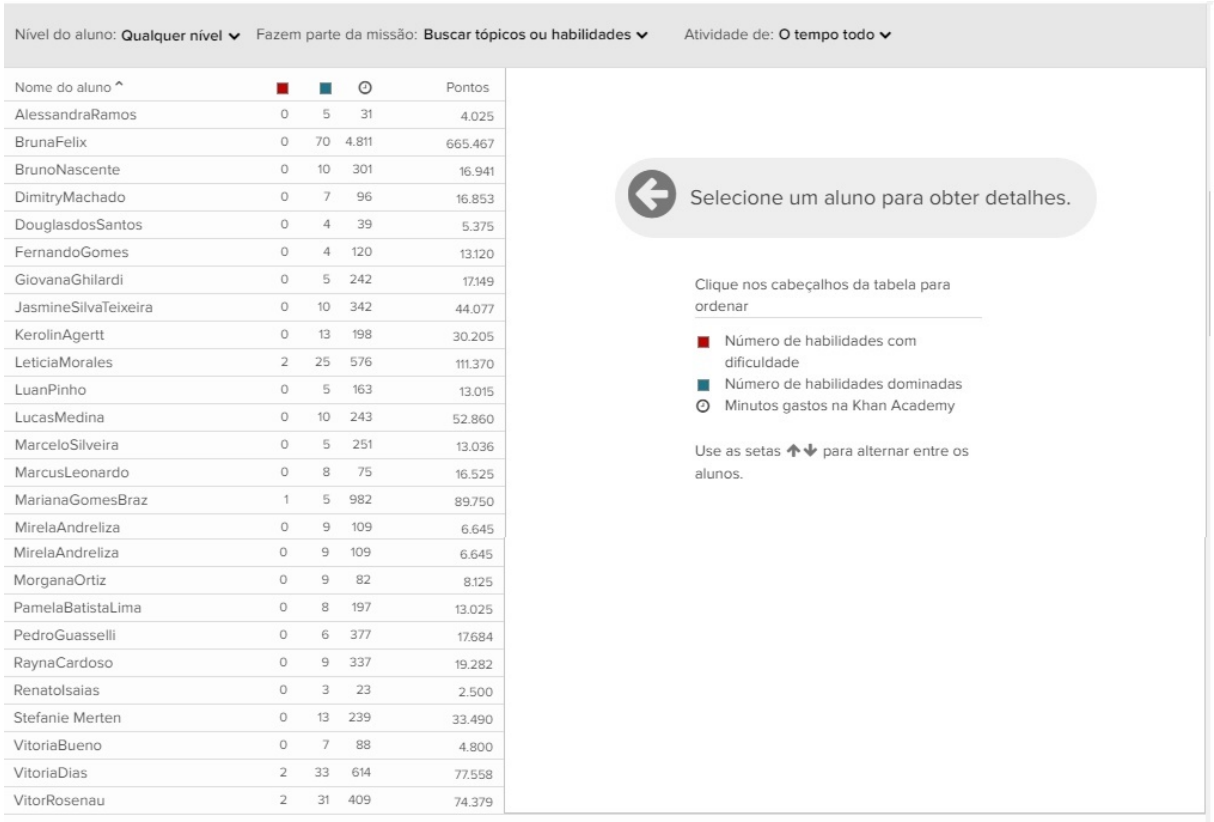
Na opção ***Progresso por aluno*** o professor tem um ambiente onde pode acompanhar pela análise de um gráfico de barras, o desempenho de sua turma, conforme a Figura 17. Por esse gráfico de barras é possível obter uma análise geral da turma com relação ao percentual de missões concluídas. No caso selecionado, observa-se, que 12 alunos concluíram menos de 10% das missões que foram propostas, 9 alunos concluíram entre 10% e 20% das missões propostas, 1 aluno concluiu entre 20% e 30% das missões propostas, 2 alunos concluíram entre 30% e 40% das missões propostas e 1 alunos concluiu entre 70% e 80% das missões propostas.

Figura 17 – Visualização da opção ***Progresso por aluno - Gráfico de barras***

Fonte: Imagem obtida pelo autor no site da *Khan Academy*.

Por meio de uma tabela é possível acompanhar: quantas atividades cada aluno teve dificuldades (representado pela coluna com um quadrado vermelho no topo); quantas atividades cada aluno realizou com sucesso (representado pela coluna com um quadrado azul no topo); quanto tempo cada aluno ficou conectado durante um determinado período de tempo (representado pela coluna com um relógio no topo), e quantos pontos de energia cada aluno obteve nesse período, como ilustra a Figura 18.

Figura 18 – Visualização da opção ***Progresso por aluno - Tabela***

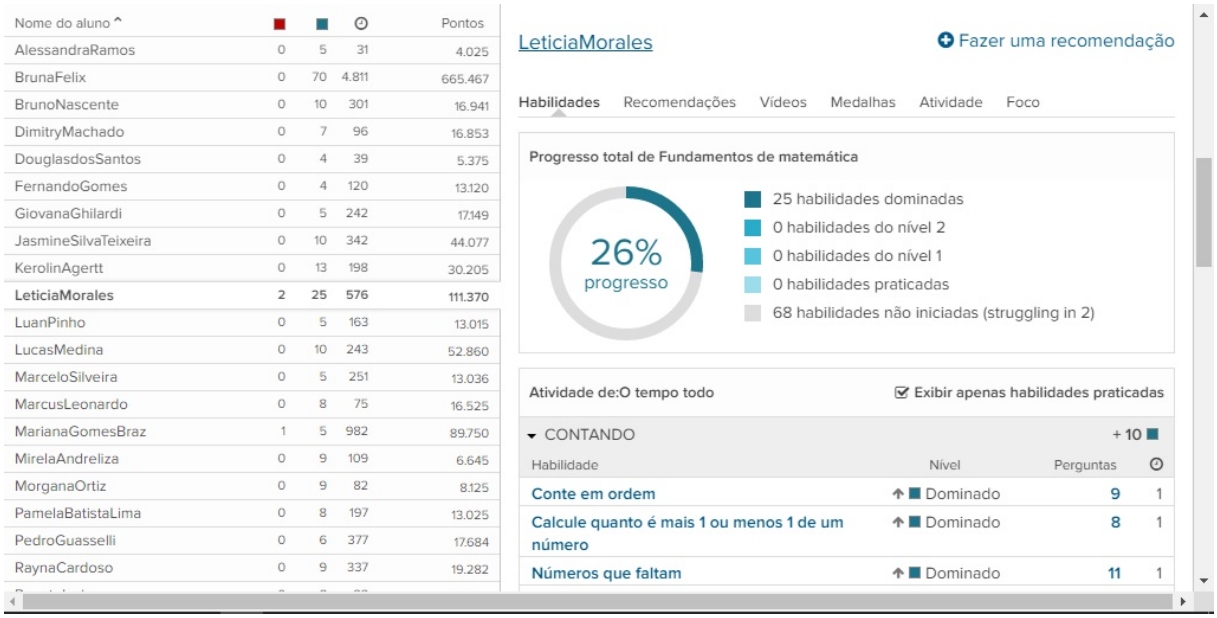


Nome do aluno				Pontos
AlessandraRamos	0	5	31	4.025
BrunaFelix	0	70	4.811	665.467
BrunoNascente	0	10	301	16.941
DimitryMachado	0	7	96	16.853
DouglasdosSantos	0	4	39	5.375
FernandoGomes	0	4	120	13.120
GiovanaGhilardi	0	5	242	17.149
JasmineSilvaTeixeira	0	10	342	44.077
KerolinAgertt	0	13	198	30.205
LeticiaMorales	2	25	576	111.370
LuanPinho	0	5	163	13.015
LucasMedina	0	10	243	52.860
MarceloSilveira	0	5	251	13.036
MarcusLeonardo	0	8	75	16.525
MarianaGomesBraz	1	5	982	89.750
MirelaAndreliza	0	9	109	6.645
MirelaAndreliza	0	9	109	6.645
MorganaOrtiz	0	9	82	8.125
PamelaBatistaLima	0	8	197	13.025
PedroGuasselli	0	6	377	17.684
RaynaCardoso	0	9	337	19.282
RenatoIsaias	0	3	23	2.500
Stefanie Merten	0	13	239	33.490
VitoriaBueno	0	7	88	4.800
VitoriaDias	2	33	614	77.558
VitorRosenau	2	31	409	74.379

Fonte: Imagem obtida pelo autor no site da *Khan Academy*.

Se o professor-tutor selecionar um aluno na tabela ilustrada na Figura 18, surgirão na tela: atividades que esse aluno conseguiu concluir com êxito; qual o nível de aprendizagem que o aluno já alcançou; quais atividades estudou; em quais atividades esse aluno enfrenta dificuldades. Como exemplo, na Figura 19 está o desempenho da aluna LeticiaMorales que tem 26% de progresso na missão "Fundamentos da matemática". Ela tem domínio de 25 habilidades e 68 habilidades ainda não foram iniciadas. É possível visualizar também quais são as atividades que ela praticou e o seu nível de domínio nessas atividades.

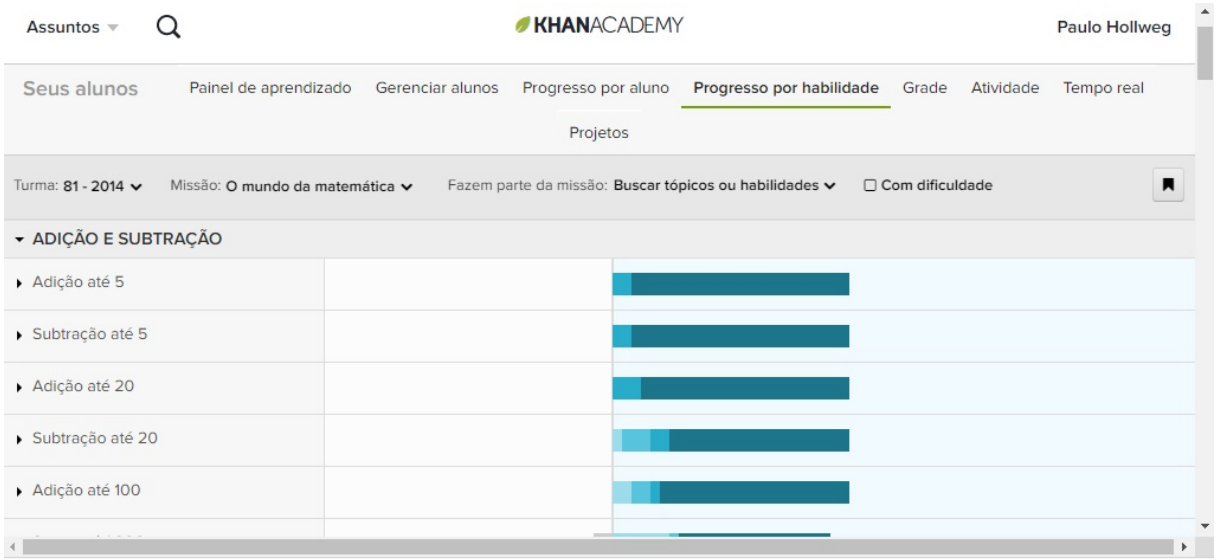
Figura 19 – Visualização personalizada das atividades que o aluno trabalhou



Fonte: Imagem obtida da página do autor no site da *Khan Academy*.

No ***Progresso por habilidade*** o professor pode visualizar quais alunos tem trabalhado uma determinada habilidade. Veja a Figura 20. Nessa ferramenta, ele pode selecionar uma determinada atividade e recomendá-la a um aluno ou a uma turma de alunos.

Figura 20 – Visualização da opção ***Progresso por habilidade***

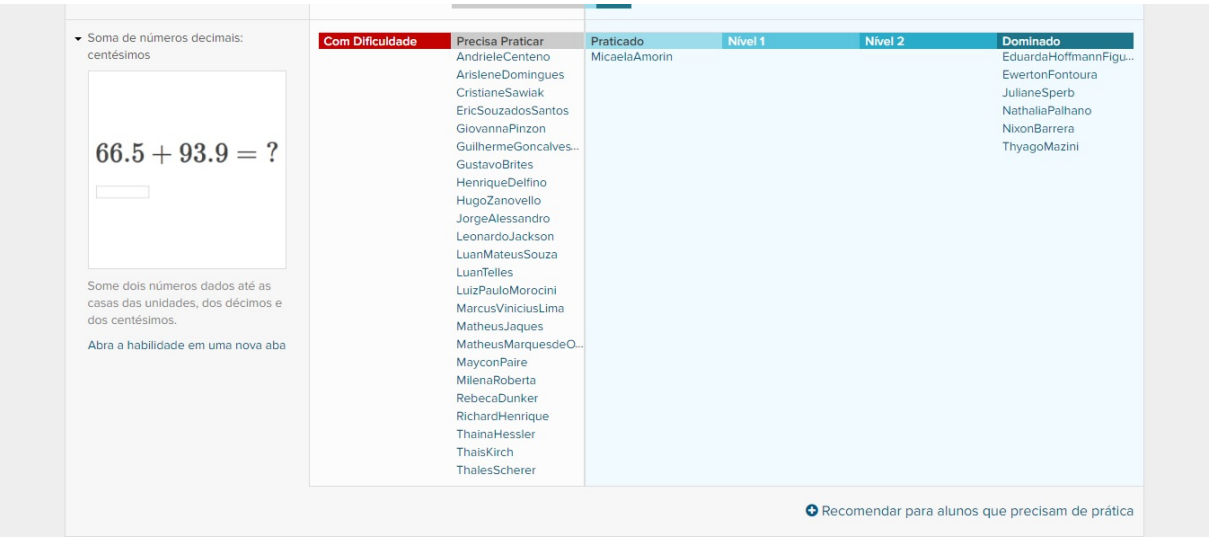


Fonte: Imagem obtida da página do autor no site da *Khan Academy*.

Nesse ambiente é possível o professor visualizar os alunos e seus níveis de domínio

com relação a atividade selecionada. É possível também que o professor-tutor, antes de recomendá-la a seus alunos, visualize um exemplo dos exercícios que serão trabalhados nessa atividade, conforme ilustrado na Figura 21. Os alunos que apresentam dificuldades também aparecem relacionados nesse ambiente.

Figura 21 – Visualização do ambiente para a ***Recomendação de uma atividade***



Fonte: Imagem obtida da página do autor no site da *Khan Academy*.

No ambiente ***Grade*** o professor-tutor tem a possibilidade de visualizar os alunos e o nível de domínio - por aluno - de cada atividade oferecida pela plataforma, conforme exibe a Figura 22.

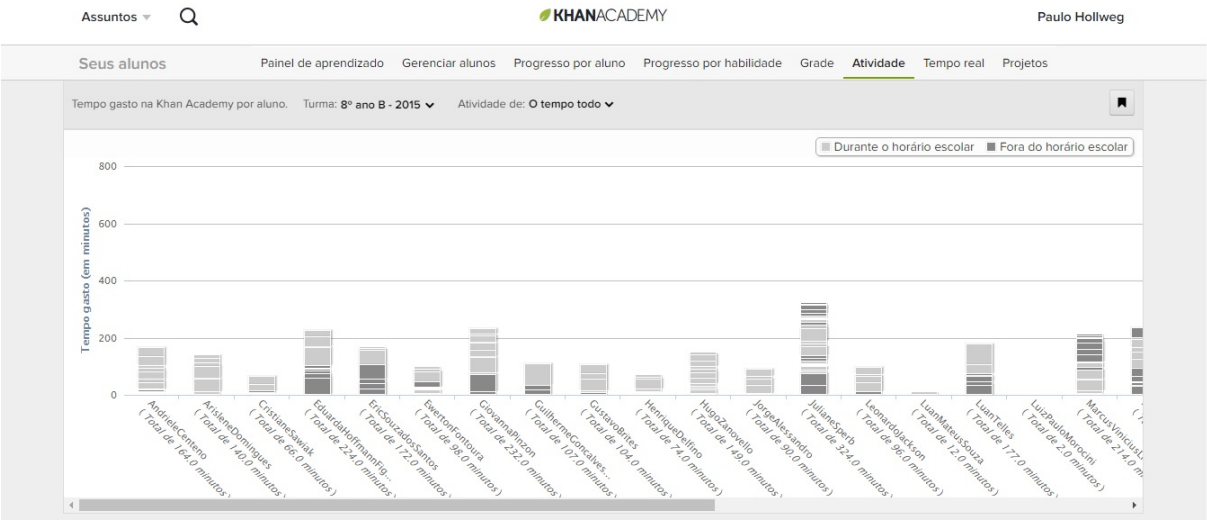
Figura 22 – Visualização da opção ***Grade***

Fonte: Imagem obtida da página do autor no site da *Khan Academy*.

Nesse ambiente, as cores dos retângulos representam o nível de domínio das habilidades da missão. Os retângulos em cores (de 4 tons diferentes) de azul representam o nível de domínio das habilidades que foram praticadas, quanto mais escuro for o retângulo azul, maior é o nível de domínio do aluno nessa habilidade. O retângulo em vermelho significa que o aluno tem dificuldade naquela habilidade. E o retângulo em cinza significa que o aluno ainda não praticou a habilidade em questão. Por exemplo, na Figura 22 temos que a aluna JasmineSilvaTeixeira apresenta nível 1 de domínio na habilidade "Combinação de termos semelhantes com coeficientes negativos" e apresenta dificuldade na habilidade "Combinação de termos semelhantes com coeficientes negativos e distribuição". E como os demais retângulos que aparecem na tela estão em cinza, significa que a aluna ainda não praticou nenhuma dessas atividades.

No ambiente ***Atividade*** - Figura 23 - é possível visualizar o tempo que cada aluno dedicou trabalhando na plataforma. Inclusive é possível visualizar o horário exato que o aluno esteve logado na plataforma e se foi em horário de aula ou fora do horário de aula.

Figura 23 – Visualização da opção ***Atividade***



Fonte: Imagem obtida da página do autor no site da *Khan Academy*.

O ambiente ***Tempo real*** - Figura 24 - oferece ao professor-tutor um relatório que mostra quais alunos estão *on line* realizando alguma atividade no exato momento que o professor-tutor acessa a plataforma. No caso mostrado aqui é possível ver que a turma 8º ano - 2015 possui um total de 5.979.933 pontos de energia.

Figura 24 – Visualização da opção ***Tempo real***

Fonte: Imagem obtida da página do autor no site da *Khan Academy*.

Outro problema que ocorreu no desenvolvimento das atividades foi a falta de domínio de alguns pré-requisitos por alguns alunos. Foi observado que mesmo utilizando a plataforma *Khan Academy*, haviam alunos que ainda apresentavam dificuldades em

resolver alguns problemas propostos pela plataforma. Em uma observação mais detalhada, viu-se que esses alunos tinham deficiências de conteúdos que foram pouco trabalhados, ou nem mesmo trabalhados em anos anteriores.

Em uma aula do tipo puramente expositiva essa ocorrência é muito comum, mas o professor precisa oferecer a sua ajuda durante o período de aula.

Dessa maneira muitas vezes o professor precisa interromper a aula e fazer uma recapitulação (e algumas vezes é a primeira vez que o aluno está vendo uma tal explanação) do conteúdo que foi trabalhado em anos anteriores. Isso pode atender a expectativa isolada ou de alguns alunos que precisam dessa atenção, mas dispersa a atenção de todos os outros que não necessitam daquela, ainda que breve, revisão.

Nessa experiência com a plataforma *Khan Academy* o professor-tutor teve a oportunidade de recomendar atividades que não faziam parte do currículo básico de Matemática daquele ano escolar. Assim, o professor pode acompanhar o processo de revisão de aprendizagem dos estudantes com dificuldades. E com a participação ativa - condição *sine qua non* - desses alunos de forma responsável e autônoma na sua própria reconstrução de conhecimentos e eles puderam evoluir e passar a acompanhar os próximos assuntos com mais confiança e segurança. Isso mostrou que se forem oferecidas ferramentas adequadas para os estudantes progredirem em seus estudos, muitos deles vão realmente usá-las e terão suas dúvidas e dificuldades superadas. Saliente-se que é essencial o *querer* individual de cada um, como também atesta (OAKLEY, 2015).

A plataforma *Khan Academy* também mostrou-se um eficiente recurso para alunos que por algum motivo tiveram que faltar a algumas aulas. No início dos trabalhos foi acordado com os estudantes que se ocorresse a eventualidade de faltarem às aulas expositivas ministradas na escola, o aluno receberia uma atividade para ser resolvida na plataforma *Khan Academy*. Evidentemente que mesmo com esse acordo entre professor-tutor e alunos, eles não foram eximidos da responsabilidade de frequentar as aulas e que todas as suas faltas deveriam ser devidamente justificadas, como pede o regimento interno de qualquer escola. O fato de o professor-tutor poder disponibilizar uma atividade específica para os alunos que perderam as aulas expositivas, deixou os alunos mais confortáveis com relação a busca do conteúdo perdido durante o seu período de faltas. Eles poderiam assistir aos vídeos oferecidos pela plataforma *Khan Academy*, o que muitas vezes, por interesse próprio, o estudante buscou por outras aulas expositivas *on line* sobre os mesmos assuntos em sites de compartilhamento de vídeos, como o *Youtube*, (GOOGLE, 2005) e o *Portal da Matemática*, (IMPA, 2014), por exemplo.

Em seu trabalho, (RODRÍGUEZ; LIGHT; PIERSON, 2014) cita 6 fatores que fazem uma solução tecnológica se converter em uma inovação para ser aplicada em sala de aula, são eles:

- Primeiro: as competências necessárias dos alunos e dos professores;
- Segundo: as inovações são exitosas na medida em que são capazes de obter maiores níveis de envolvimento e participação por parte dos alunos e que são percebidas por parte dos docentes como uma solução para as práticas didáticas que estão tentando abordar;
- Terceiro: é necessário que as soluções tecnológicas propostas sejam relevantes, ou seja, sejam adequadas para as tarefas a serem trabalhadas e apontem uma ajuda real;
- Quarto: devem ser cômodas, ou seja, devem permitir aos usuários levar a cabo suas atividades de aprendizado com o mínimo nível de esforço na utilização das tecnologias;
- Quinto: a eficiência, no sentido de que essas ferramentas devem fomentar a qualidade do trabalho escolar mantendo o nível de esforço constante;
- Sexto: é necessária unanimidade na percepção dos benefícios associados a esta inovação tecnológica, ou seja, deve existir uma percepção positiva tanto por parte dos alunos quanto por parte dos professores.

2.2 Atividades realizadas

A proposta de trabalho com todas as turmas foi direcionada para o complemento das aulas expositivas (RODRÍGUEZ; LIGHT; PIERSON, 2014). Aos alunos foi informado que a plataforma *Khan Academy* seria uma forma de continuação das aulas expositivas ministradas em sala de aula. Algumas atividades da plataforma seriam propostas pelo professor-tutor e outras atividades estariam diretamente relacionadas ao conteúdo que estariam estudando naquele momento. E sempre que necessário, seriam indicadas atividades sobre assuntos que o professor-tutor tenha percebido que o aluno apresentou dificuldades. Assim, a realização dessas atividades seria como um complemento das aulas para os alunos que não apresentaram dificuldades e para os alunos que apresentaram dificuldades, essas atividades serviriam como reforço para que eles suprissem suas dificuldades e pudessem acompanhar com maior proveito as explicações feitas pelo professor-tutor em sala de aula.

Algumas atividades que foram trabalhadas durante o ano letivo com os alunos:

- Revisão de geometria elementar: Noções básicas de geometria, medidas de ângulos, triângulos e quadriláteros;
- Números Racionais: operações com números racionais na sua forma decimal e dízimas periódicas;

- Conjunto dos números reais: operações com números reais, a densidade dos números racionais na reta numérica, aproximações sucessivas;
- Expressões algébricas, polinômios;
- Operações com polinômios;
- Produtos notáveis e Fatoração;
- Equações fracionárias;
- Sistemas de equações de 1º grau;
- Introdução a Geometria plana (elementos primitivos, ângulos, polígonos e circunferência).

A título de não tornar a leitura muito repetitiva vamos apresentar as metodologias utilizadas no desenvolvimento do trabalho com relação ao conteúdo *"Números Racionais, operações com números racionais na sua forma decimal e dízimas periódicas"*. Para os demais conteúdos, foram seguidos os mesmos métodos, (*mutatis mutandis*). Os conteúdos para as aulas expositivas em sala de aula foram desenvolvidos também com o auxílio do livro didático que a escola adotou para uso no período de 2014/2016 (DANTE, 2014). O livro foi entregue no início do ano letivo para todos os alunos. As atividades da plataforma *Khan Academy* em nenhum momento tomaram o espaço dos recursos oferecidos pela escola.

Percebe-se que o aluno quando acessa a plataforma *Khan Academy*, tem a liberdade de escolher os assuntos que quer aprender. Utilizando a linguagem da plataforma, os assuntos são chamados de ***Missões***. A cada missão que o aluno se propõe a resolver, ele deve escolher entre resolver os exercícios de ***Praticar*** ou ***Desafios***, veja a Figura 25.

Figura 25 – Exemplo de desafio sobre números decimais

Fonte: Imagem obtida da página do autor no site da *Khan Academy*.

Em todos os exercícios oferecidos pela plataforma é possível que o aluno assista a um vídeo sobre aquela determinada atividade que está estudando. E também há possibilidade de o aluno solicitar dicas pelo botão ***Quero uma dica***. Essas dicas irão auxiliar até a resposta correta do exercício.

Os exercícios do tipo ***Praticar*** são atividades da missão escolhida em que o aluno precisa responder corretamente 5 questões em sequência, sem fazer o uso da ferramenta ***Quero uma dica***. Caso a use, a contagem das 5 respostas corretas reiniciam.

Ao concluir a atividade o aluno visualiza os pontos de energia obtidos nessa atividade e uma mudança no nível de domínio da habilidade, como mostra a Figura 26.

Figura 26 – Visualização do pontos de energia adquiridos ao mudar de nível de habilidade

Fonte: Imagem obtida da página do autor no site da *Khan Academy*.

A cada sequência de problemas em que houve mudança no seu nível de domínio, o aluno terá que aguardar um algum tempo (cerca de 16 horas) para que possa resolver o ***Desafio***, pois mesmo que o aluno consiga resolver os 5 primeiros exercícios sem erros, sem solicitar dicas e em um curto período de tempo, ele ainda não atinge o nível de domínio pleno da missão, que a plataforma chama de ***Dominado***.

A plataforma *Khan Academy* detecta que para o aluno atingir níveis maiores de domínio em determinado conteúdo, isso só ocorre após resolver com êxito as atividades do tipo ***Praticar*** e passado um período de tempo que é de cerca de 16 horas sem trabalhar naquela atividade, as conexões cerebrais trabalham no sentido da consolidação das práticas realizadas, atuando no *modo difuso* (OAKLEY, 2015).

Dessa forma o estudante é novamente avaliado quando enfrenta um ***Desafio***, o qual normalmente se mostra um pouco mais complexo que as tarefas do modo ***Praticar***. Isso ocorre para que a plataforma verifique se houve retenção do conhecimento adquirido ao longo daquele tempo de espera.

> [...] Usar a recordação - a recuperação mental das ideias chave - ao invés de releitura passiva tornará seu tempo de estudo mais focado e eficaz. A única situação em que reler o texto parece ser eficaz é se você deixar passar algum tempo entre as releituras, de modo que elas se tornem um exercício de repetição. (OAKLEY, 2015)

As atividades chamadas ***Desafios*** que os alunos têm que resolver são, em geral, 6 problemas que servem como um reforço das atividades que já foram estudadas anteriormente. Nos exercícios que aparecem nas atividades ***Desafios*** além das dicas e da

possibilidade de o aluno assistir a um vídeo, existe também a opção ***Ainda não aprendi isso***, em que o aluno pode selecionar essa opção quando não tiver certeza ou não souber a resposta correta daquele determinado exercício que está resolvendo (da mesma forma que aparece esse recurso quando o aluno está realizando um ***Aquecimento para a missão***).

Embora essa metodologia de ensino empregada com os alunos não seja uma novidade, haja vista diversas experiências relatadas, bem como grandes projetos de implantação da *Khan Academy* em escolas (ROCHA; MANZALLI, 2015). Um ponto importante e interessante do trabalho deve ser registrado: o relato de alunos que utilizaram a plataforma na sua residência, enquanto ouviam música, ou navegando na internet despreocupados com o tempo que levariam para resolver os problemas. Mas em outros momentos notavam estar bastante concentrados e focados na tarefa de resolver os desafios que caracterizam a mudança de fase no cumprimento da missão.

Esse comportamento vai ao encontro de relatos de pesquisa em Neurociência e sua implicação sobre os processos de aprendizagem: as características do modo focado[1] e do modo difuso[2] que são momentos de formação dos processos neurológicos que conduzem ao bom aprendizado. Segundo (OAKLEY; SEJNOWSKI, 2015), os modos difuso e focado, são importantes para o processo de aprendizagem, pois segundo ela:

> [...] quando você está aprendendo algo novo, especialmente algo que é um pouco mais difícil, sua mente precisa ser capaz de ir e voltar entre os dois modos de aprendizagem. Isso é o que ajuda você a aprender de forma eficaz.

Em uma de sala de aula seria inviável para o professor conciliar os momentos em modo difuso e os momentos em modo focado para cada aluno. E é nesse sentido que a plataforma *Khan Academy* mostra-se diferenciada em relação a outras ferramentas com a mesma proposta, como por exemplo: a plataforma SIENA[3], (ULBRA, 2013) e o Portal da Matemática, (IMPA, 2014), mas ambas sem a mesma riqueza de recursos que a plataforma *Khan Academy* oferece.

Como dissemos anteriormente, o desenvolvimento do trabalho seguiu com a plataforma *Khan Academy* servindo como um complemento das aulas expositivas em sala de aula, mas não limitou-se em apenas complementar as aulas com exercícios. Os alunos também tiveram orientações para um aprofundamento nos conteúdos que geralmente não são abordados em sala de aula, pelo curto período de tempo das aulas de Matemática, ou que não aparecem no livro didático adotado pela escola.

Esse aumento na oferta de conteúdos a serem trabalhados pelos alunos, deu-se na medida em que eles foram explorando os recursos que a plataforma *Khan Academy* oferecia. Cada aluno teve respeitado o seu limite de interesse em estudar determinado

[1] Momento em que o aluno dedica sua atenção exclusivamente a realizar as atividades propostas.
[2] Momento em que o aluno realiza outras atividades, que caracterizam certo relaxamento.
[3] SIENA - Sistema Integrado de Enseñanza Aprendizaje

conteúdo. Os alunos que desejavam estudar um determinado conteúdo por um período maior de tempo ou com um número maior de exercícios também tiveram os seus desejos realizados.

Essa forma de trabalho se assemelha muito com o projeto desenvolvido por escolas chilenas que também utilizaram a plataforma *Khan Academy* como uma ferramenta de auxílio às aulas de Matemática (RODRÍGUEZ; LIGHT; PIERSON, 2014).

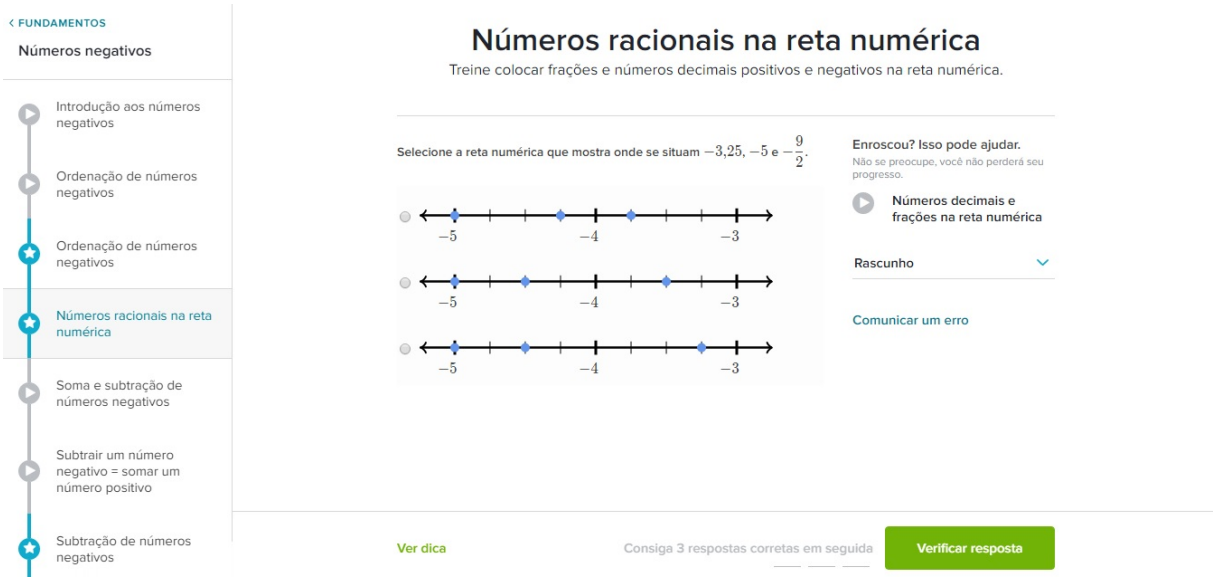
Os alunos embora tivessem a liberdade para escolher as missões a serem trabalhadas, também foram orientados pelo professor-tutor com recomendações de atividades. Estas recomendações tinham o objetivo de:

- Orientar alunos com dificuldades nos pré-requisitos necessários para o desenvolvimento do conteúdo, por exemplo: operações com números racionais na forma fracionária;
- Observar o protagonismo de alunos que ficam inibidos de participar ativamente em sala de aula;
- Suprir determinadas lacunas que o livro didático vinha a apresentar ou suplementar o número de exercícios oferecido pelo mesmo;
- Proporcionar autonomia aos alunos que tem um rendimento acima da média em sala de aula;
- Oferecer uma outra alternativa do aluno mostrar o seu esforço e rendimento em Matemática que não seja a sala de aula tradicional;

Quando os alunos resolviam as missões da plataforma *Khan Academy* propostas pelo professor-tutor, percebeu-se um maior entendimento dos conteúdos ministrados. Além disso, eles sentiam-se mais seguros para a realização de uma prova.

No tópico em que foram trabalhados ***Números Racionais*** foram resolvidas atividades de localizar os números racionais na reta numérica. Na Figura 27, um exemplo de atividade que foi trabalhada nesse assunto.

Figura 27 – Exemplo de atividade sobre Números racionais



Fonte: Imagem obtida da página do autor no site da *Khan Academy*.

Esses exercícios ajudaram os alunos pois eram dinâmicos e tinham a comodidade de evitar a necessidade de fazer os desenhos, algo que torna o exercício mais "trabalhoso" para os alunos.

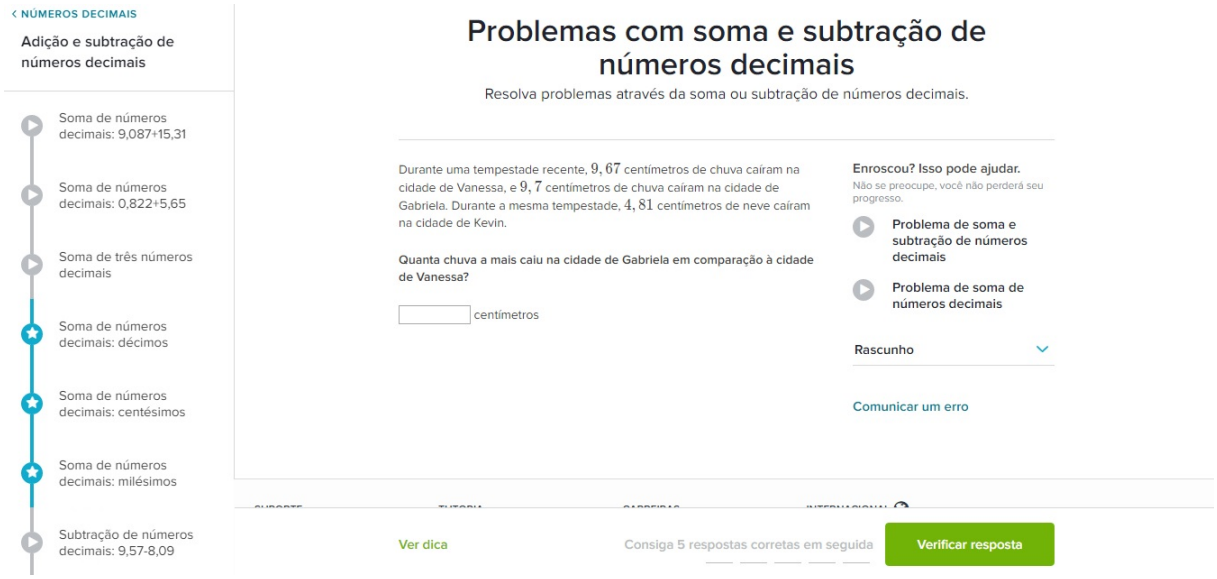
Para o tópico que tratava de ***operações com números racionais***, foram utilizadas as vídeo-aulas da *Khan Academy* para uma breve revisão de como são realizadas as operações de soma, subtração, multiplicação e divisão dos números racionais na sua forma fracionária (uma dificuldade tradicional dos nossos alunos), conforme a Figura 28.

Figura 28 – Vídeo oferecido pela plataforma e que foi sugerido que os alunos assistissem

Fonte: Imagem obtida da página do autor no site da *Khan Academy*.

Em seguida, foram apresentadas atividades de ***conversão de números racionais da forma fracionária para a forma decimal***. Vê-se um exemplo dessa atividade na Figura 29. Para trabalharem essas atividades envolvendo as operações de números decimais, foi solicitada uma sequência de atividades que tratavam dos casos mais simples de soma e subtração de números decimais até atividades envolvendo problemas com números decimais em que os alunos precisavam interpretar mais profundamente os enunciados antes de os resolverem.

Figura 29 – Exemplo de atividade sobre operações com números decimais



Fonte: Imagem obtida da página do autor no site da *Khan Academy*.

Para trabalharem o processo de converter uma dízima periódica para uma fração irredutível, foi utilizado o mesmo processo usado nos outros tópicos, veja um exemplo dessa atividade na Figura 30. Iniciamos com a apresentação do vídeo oferecido pela plataforma *Khan Academy* e em seguida, o professor-tutor recomendou atividades com diferentes níveis de dificuldade para os alunos (também pela plataforma).

Figura 30 – Exemplo de atividade sobre dízimas periódicas

Fonte: Imagem obtida da página do autor no site da *Khan Academy*.

Essas atividades foram desenvolvidas com alunos das duas turmas em 2014 (aqui chamadas Turma A e Turma B) e duas turmas em 2015 (aqui chamadas Turma C e Turma D) no Laboratório de Informática da escola. Os alunos que tinham a disponibilidade de acesso a um computador em casa, utilizaram também o seu computador pessoal fora do período de aula. Aos alunos que não tinham acesso a um computador em casa, foi oferecido, no turno inverso de suas aulas, o Laboratório de Informática da escola.

Os resultados do desenvolvimento dessas atividades foram acompanhados com o auxílio dos relatórios obtidos pela plataforma. Vide 38, 39, 40 e 41.

2.3 O laboratório de informática da escola

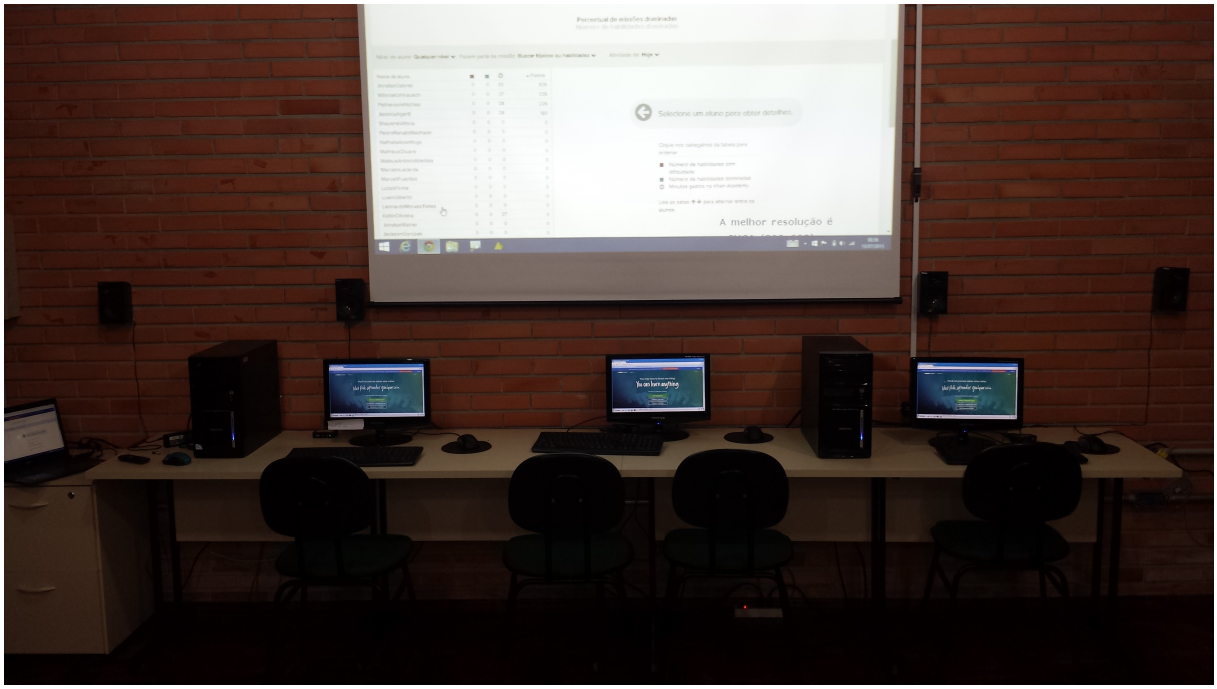
O laboratório de informática que a escola oferece aos seus alunos foi o ambiente utilizado em algumas aulas e para atender os alunos no turno inverso e que não tinham acesso a um computador com internet. O LABIN (como é chamado o laboratório de informática da escola) foi criado pelo Programa Nacional de Tecnologia Educacional (ProInfo), que é um programa educacional criado pela Portaria nº 522/MEC, para promover o uso pedagógico de Tecnologias de Informática e Comunicações (TICs) na rede pública de

ensino fundamental e médio. O LABIN é composto de 14 computadores com sistema operacional Linux Educacional 3.0 que trabalham em rede, um *datashow*, um aparelho de *home theater*, um telão para a projeção das imagens e rede *wi-fi* para acesso a internet. Algumas imagens do LABIN podem ser vistas nas Figuras 31, 32 e 33:

Figura 31 – Lateral direita do LABIN

Fonte: Imagem criada pelo autor.

Figura 32 – Centro do LABIN



Fonte: Imagem criada pelo autor.

Figura 33 – Lateral esquerda do LABIN

Fonte: Imagem criada pelo autor.

Como o número de computadores disponíveis para os alunos no LABIN era inferior ao número de alunos das turmas que desenvolvemos as atividades relatadas nesse trabalho,

optamos por um modelo de trabalho baseado em (CHRISTENSEN; HORN; STAKER, 2013) e (BACICH; TREVISANI, 2015) onde essa metodologia de ensino híbrido é conhecida por ***Modelo de sala de aula invertida***. Os alunos estudam atividades *on line* (através da plataforma *Khan Academy*) em casa e/ou no LABIN (caso os alunos não tenham a disponibilidade desse recurso em casa) e resolvem exercícios específicos relacionados em suas dúvidas e dificuldades em sala de aula. Nessa forma de trabalho, os alunos precisavam (tentar) resolver algumas atividades previamente recomendadas pelo professor-tutor, algo que naturalmente desenvolveu dúvidas sobre o conteúdo em alguns alunos e mostrou quais alunos apresentavam dificuldades em resolver exercícios, por mais elementares que fossem.

Também foram abordadas situações em que o professor-tutor optou como primeiro contato dos alunos com o conteúdo, o uso da atividade *on line* por meio da plataforma *Khan Academy* e depois foi apresentado o conteúdo em sala de aula com a aula expositiva tradicional. E segundo (BACICH; TREVISANI, 2015) essa metodologia é conhecida por ***Sala de aula invertida aprofundada***.

Em algumas aulas, usamos também o método de ensino híbrido onde segundo (BACICH; TREVISANI, 2015) é conhecido como ***Rotação por estações***. Para que fosse viável o desenvolvimento do trabalho nessas aulas era necessário que houvesse a coincidência entre a vacância no uso do LABIN (pois outros professores da escola também faziam uso do LABIN em algumas de suas aulas) com os períodos de aulas de Matemática nas turmas que desenvolvemos o trabalho. Essa forma de trabalho do ensino híbrido consiste na criação de algumas estações de aprendizagem (sala de aula e LABIN) em que os grupos de alunos (a turma foi dividida em 2 grupos de alunos) deveriam passar por essas estações para realizar determinada atividade. No nosso caso, para um grupo de alunos, foi proposto alguns exercícios sobre transformação de dízimas periódicas em frações irredutíveis como atividade a ser resolvida em sala de aula e uma atividade diferente (mas sobre o mesmo assunto) era recomendada pela plataforma *Khan Academy* para que os alunos do segundo grupo resolvessem. Após um tempo determinado (um período de aula de aproximadamente 55 minutos) foi solicitado a troca das estações entre os grupos. Dessa forma, ambos os grupos tiveram a oportunidade de fazer as atividades nos dois ambientes em uma mesma aula. Nesses caso, o professor-tutor se dividia entre atender ao grupo de alunos que ficava na sala de aula e o outro grupo que ficava no LABIN resolvendo as atividades da plataforma *Khan Academy*.

Todos os modelos de trabalho que abordamos com os alunos, segundo (CHRISTENSEN; HORN; STAKER, 2013) e (BACICH; TREVISANI, 2015) são conhecidos como ***Modelos sustentados***, ou seja, modelos de ensino que não necessitam de outras pessoas (além do professor) para o desenvolvimento das atividades.

3 Os relatos de algumas pessoas envolvidas no trabalho

Nesse capítulo estão presentes os relatos: da diretora da Escola Municipal de Ensino Fundamental Rio Grande do Sul - Marcia Gorete da Silva Pinho, de alguns alunos que fizeram o uso da plataforma *Khan Academy* e de alguns pais que, gentilmente, contribuíram com sugestão para o desenvolvimento do trabalho.

3.1 O relato da diretora da escola

Segue o relato da diretora da Escola Municipal de Ensino Fundamental Rio Grande do Sul - Marcia Gorete da Silva Pinho - sobre o trabalho desenvolvido junto aos alunos.

Relato meu posicionamento sobre a importância da implementação da proposta de trabalho com o uso plataforma Khan Academy na E.M.E.F. Rio Grande do Sul, escola da rede pública de Canoas, onde como gestora reconheço, considero e apoio a intenção em buscar práticas pedagógicas no âmbito escolar fomentando novos fazeres educacionais. A escola contemporânea requer mudanças, ações significativas, que motivem o estudante a construir seu conhecimento, buscar sua aprendizagem a partir da autonomia. Nesse sentido, a plataforma Khan Academy proporciona o processo ensino-aprendizagem que vai além dos espaços escolares e da grade curricular, em alguns casos com a interação da família. Penso ser fundamental para o professor que idealiza e põe em prática a proposta, ter o reconhecimento e apoio da direção, tanto no âmbito pedagógico quanto de infraestrutura, no caso sendo proporcionado espaços e tecnologia a disposição, já que muitas vezes, o estudante não dispõe de internet em casa. Parabéns professor pela iniciativa e conte sempre com a direção no sentido de contribuir com a construção de uma escola pública de qualidade.

Abraço fraterno!

Diretora Marcia Pinho

3.2 O relato dos alunos

Segue o relato de alguns dos alunos que participaram do desenvolvimento do trabalho. Eles foram interpelados - "Se estariam gostando de usar a plataforma *Khan Academy* como uma ferramenta no auxílio de sua aprendizagem em Matemática?" Será mantido o anonimato dos relatos dos alunos, pois foi com essa condição que os mesmos aceitaram participar do relatos.

Eu acho bom porque desenvolve melhor o conhecimento. - J. P.

Eu estou gostando. Acho mais fácil e é super prático de usar. - I. N.

Acho bem divertido, apesar de não conseguir "rascunhar" as contas. - E. N.

Eu achei muito interessante porque nas primeiras matérias eu não tinha entendido muito bem, mas a Khan Academy me ajudou. - M. O.

Eu achei bem legal, mas eu não aprendi muito bem a "mexer" ainda. Mas com mais tempo eu aprendo. - V. S.

Na minha opinião a Khan Academy é boa só que às vezes não consigo entrar por falta de internet, mas é boa porque ela passa vídeo explicando a matéria. - R. J.

Eu acho muito bom porque quando não tem nada pra fazer podemos ficar lá fazendo as atividades, treinando e aprendendo coisas diferentes e se divertindo. Porque lá é um site muito bom para tirar nossas dúvidas. - L. M.

Eu achei legal porque ajuda a resolvermos problemas e dá pra estudar lá antes de alguma prova. - G. G.

Estou achando ótimo, pois está sendo uma maneira melhor de estudar para as provas. - D. M.

Acho bem legal, até aprendemos de uma forma mais moderna. As vezes acho difícil. É bom também porque estou "mexendo" em coisas que eu gosto que é o computador e a internet. - J. S. T.

Acho muito importante para nossa aprendizagem porque além de estudarmos na escola, a gente estuda em casa também. E acho muito divertido fazer as tarefas da plataforma porque sei que vai fazer bem estudando em casa também. - B. F.

Eu gosto da plataforma porque o professor consegue ver quem fez e quem não fez. Isso também facilita, porque varias pessoas não fazem o tema de casa e pegam as respostas com os alunos que fizeram. Se na plataforma tu não fizer, o professor vê. - I. B.

Eu gosto porque quando não entendo algo, recorro para o site. - R. D.

Achei interessante porque eu não faço nada de tarde e vou ter mais tempo para estudar na escola, aprender bem mais e prestar mais atenção. - M. R.

3.3 O relato dos pais

Segue o relato de alguns pais de alunos que participaram do desenvolvimento do trabalho. Foi solicitada a opinião deles sobre - "O que estão achando do seus filhos fazerem o uso da plataforma *Khan Academy* para uma melhor aprendizagem em Matemática?" Será mantido também o anonimato dos relatos dos pais, pois foi com essa condição que

houve a participação dos mesmos.

Está sendo um novo caminho de conhecimento e aprendizado usando a tecnologia. - R. F.

Estou achando legal, pois a minha filha está aprendendo melhor. - J. S.

Achamos muito interessante e inovador, porque muitas das dúvida que o J. tinha nas aulas, com as pesquisas pela internet foram esclarecidas. - M. A.

Acho bom porque ao invés de aprender besteira na internet, ela fica estudando. - J. P. S.

Achei muito interessante. Curto muito a ideia. É uma forma de aprendizagem e útil. Gostaria que todas as matérias tivessem isso. - R. S.

Um excelente ferramenta para complementar o aprendizado. Inclusive devia ser melhor explorada. - B. A.

É boa para melhorar a aprendizagem e não ficar usando a internet para bobagens. - P. C.

Eu achei uma ótima ideia, pois ajuda muito no desenvolvimento de cada aluno. Se todos os professores fizessem isso, seria uma ótima ideia. - L. K.

Na primeira vez que notei a G. utilizando fiquei muito contente, afinal utilizar internet não é somente rede social. A utilização desse método é importante pois conseguem prestar mais atenção na aula e interagir com o conteúdo, ao invés de ficarem preocupados em copiar o tema ou a matéria. Excelente forma de ensinar. - H. L.

Bom, na minha opinião é ótimo, pois o aluno aprende de uma maneira diferente e eles ficam mais interessados. - G. N. S.

Eu achei bom e diferente porque além de estudarem com os cadernos, os alunos também podem estudar pela internet e podem tirar as dúvidas com o professor. - I. G.

É muito importante para atualizar o aluno e facilita a aprendizagem. o computador é uma ferramenta moderna que ajuda e incentiva o aluno a evoluir e aprender mais rápido com a tecnologia. - R. O.

Acho excelente o uso deste material didático. Pois acompanhei a minha filha fazendo as atividades e chama muito a atenção os gráficos e como é ensinada a Matemática. - Q. F.

Eu acho bom, porque ao invés do meu filho ficar na rua, ele fica mais em casa estudando. - P. S.

Achamos ótimo pelo fato do professor se disponibilizar a nos ajudar e incentivar a nossa filha a estudar. - A. M.

4 Alguns Resultados Relevantes

A escola nos anos de 2013, 2014 e 2015 participou de forma mais efetiva de algumas das principais olimpíadas científicas que acontecem no país, entre elas estão a Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas - OBMEP e a Olimpíada Brasileira de Matemática - OBM. No ano corrente - 2016, a escola está se estruturando para participar de forma efetiva, em 2017, da Olimpíada Brasileira de Astronomia - OBA e da Mostra Brasileira de Foguetes - MOBFOG.

Para considerar relevantes os resultados, não foram considerados os valores absolutos dos dados obtidos, pois ainda seriam considerados muito abaixo do esperado, mas foi feita a menção aos resultados de acordo com (BIONDI; VASCONCELLOS; FILHO, 2012)

> [. . .] Para estimar o impacto da OBMEP, não basta apenas comparar a nota média de Matemática entre escolas participantes e não participantes, pois estamos lidando com instituições distribuídas por todo o país, e que, portanto, podem ser muito diferentes entre si. Logo, para obter uma estimação do impacto real da Olimpíada, consideramos uma série de características observáveis das escolas, como infraestrutura e corpo de professores, além do desempenho em Matemática dos estudantes anterior à participação na OBMEP, para calcular a probabilidade de a escola participar da OBMEP. Comparamos, então, a nota média em Matemática de escolas que participaram da Olimpíada com outras que não participaram, mas que tinham probabilidade semelhante de fazê-lo.

4.1 Resultados obtidos na OBMEP e na OBM

No ano de 2013 a escola teve 5 alunos que receberam Menção Honrosa na OBMEP. Em 2014 foram 4 alunos que receberam Menção Honrosa e 1 aluno classificado para a segunda fase da OBM.

Até o ano de 2013, a Escola Municipal Rio Grande do Sul havia premiado apenas 01 aluno com Menção Honrosa na OBMEP e não havia participado de nenhuma edição da OBM. Com esses últimos resultados a Escola Municipal Rio Grande do Sul passou a ser a Escola Municipal do município de Canoas com o maior número de premiações da OBMEP (10 menções honrosas) e ao mesmo tempo, a escola municipal com o maior número de premiações da OBMEP em uma mesma edição (5 menções honrosas).

A seguir aparecem as Escola Municipais de Ensino Fundamental de Canoas com a respectiva quantidade de alunos premiados na OBMEP de 2005 à 2015:

EMEF Rio Grande do Sul – 10 alunos premiados

EMEF Edgar Fontoura – 07 alunos premiados

EMEF Arthur Pereira de Vargas – 06 alunos premiados

EMEF Farroupilha – 05 alunos premiados

EMEF Min. Rubem Carlos Ludwig – 05 alunos premiados

EMEF Gov. Walter P. de Barcellos – 05 alunos premiados

EMEF Jacob Longoni – 05 alunos premiados

EMEF Irmão Pedro – 04 alunos premiados

EMEF Tancredo de Almeida Neves – 04 alunos premiados

EMEF João Paulo I – 03 alunos premiados

EMEF Profª. Nancy Ferreira Pansera – 03 alunos premiados

EMEF Prof. Odette Yolanda O. Freitas – 03 alunos premiados

EMEF Gonçalves Dias – 03 alunos premiados

EMEF Eng. Ildo Meneghetti – 03 alunos premiados

EMEF Max Adolfo Oderich – 02 alunos premiados

EMEF Duque de Caxias – 02 alunos premiados

EMEF Santos Dumont – 02 alunos premiados

EMEF Monteiro Lobato – 02 alunos premiados

EMEF Arthur Oscar Jochims – 02 alunos premiados

EMEF Rondonia – 02 alunos premiados

EMEF Theodoro Bogen – 02 alunos premiados

EMEF Cel. Francisco Pinto Bandeira – 01 aluno premiado

EMEF Paulo VI – 01 aluno premiado

EMEF Erna Wurth – 01 aluno premiado

EMEF Castelo Branco – 01 aluno premiado

EMEF Ceará – 01 aluno premiado

(Fonte: (IMPA, 2005))

4.2 Outro resultado relevante

No ano de 2015 a escola também conseguiu que dos 8 alunos inscritos no exame de acesso do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul

- Campus Canoas, 4 desses alunos fossem aprovados, um feito que até então nenhum dos alunos da escola havia conseguido.

Esses resultados são importantes para um início de projeto que foi implantado na escola e que visa incentivar os alunos a participarem de competições científicas e de processos seletivos em instituições que tem a exigência de boa classificação nas suas provas de seleção.

5 A Neurociência nos ajuda a entender

Neste capítulo são colocadas algumas justificativas baseadas na Neurociência Cognitiva com relação ao modo como a plataforma *Khan Academy* adota alguns mecanismos na sua forma de trabalho.

5.1 Como a plataforma *Khan Academy* usa os modos focado e difuso

A plataforma *Khan Academy* consegue, em um mesmo ambiente, trabalhar o modo focado e o modo difuso de aprendizagem dos alunos. Quando um aluno acessa uma missão de seu interesse, ou uma missão que o professor-tutor recomendou que ele estudasse, durante a realização da atividade o aluno está trabalhando o seu modo focado, ou seja, está dedicando a sua atenção a realização daquela atividade. Como salientado em (OAKLEY, 2015), é importante que o estudante esteja mesmo trabalhando no modo focado, isto é, livre de dispensar atenção a quaisquer possíveis e bastante comuns, modos de distração como rádio, celular, televisão, navegação na internet, etc.

Estando plenamente focado em sua tarefa, é bem possível que o estudante consiga resolver corretamente todas as 5 questões pedidas na opção ***Praticar***. Mas não é incomum alunos, mesmo já tendo algum domínio do assunto em tela, distraírem-se e responderem de modo errado, por alguma razão qualquer. Isso exibe a necessidade de o estudante estabelecer e adquirir o hábito de disciplinar sua atenção aos estudos. A Neurociência parece sustentar que há um limite segundo o qual o sujeito é capaz de manter seu cérebro atuando no modo focado e esse tempo pode esticar-se conforme a prática vá se prolongando com frequência. Então, ao atingir esse limite o estudante deveria relaxar um pouco, realizando alguma atividade diversa do estudo que estava realizando, como ouvir uma música, conversar, relaxar. Ao retornar às atividades o estudante, mais descansado perceberá que consegue resolver os demais itens e cumprirá com correção as atividades do tipo ***Praticar***.

Mas esse processo pode ser rápido (se o aluno tiver um bom domínio prévio do conteúdo) ou um pouco demorado (caso o aluno encontre dificuldade em resolver os exercícios). Além disso, não é incomum o estudante ao iniciar uma atividade, ter sua atenção voltada a um assunto diferente - ainda que diga respeito à Matemática - daquele sugerido por seu professor-tutor. Isso tende a ser um comportamento identificado nas Neurociências como ***Procrastinação***.

Nessas oportunidades convém que o professor - tendo conhecimentos básicos de

Neurociências - esclareça-o de que isso é comum e diz respeito à atividade cerebral que tende a fazer com que o indivíduo adote esse comportamento, mas que basta iniciar os trabalhos, com foco, que a procrastinação tende a desaparecer por um determinado tempo. Por isso a importância de um esforço da parte do estudante em eliminar todos os motivos de possíveis distrações e estabelecer uma meta de recompensa após um período de cerca de 25 minutos. Período esse referido como ***Técnica Pomodoro*** por (OAKLEY, 2015).

Mas é importante saber que tanto o modo focado quanto o modo difuso são de grande importância no processo de aprendizagem. Chega a ser um pouco contraditório acreditar que o fato do aluno distrair-se realizando outras atividades (como assistir um filme, por exemplo) possa ter uma influência significativa no seu processo de aprendizagem de Geometria, por exemplo. O senso comum nos faz acreditar que para um aluno aprender Geometria, ele deve se dedicar (o máximo possível) em estudar aquele conteúdo e de preferência sem (ou com poucos) intervalos de tempo para descanso. Mas nesses casos, o aluno muitas vezes acaba recebendo uma sobrecarga muito grande de informações, sem que o seu cérebro tenha *"digerido"* essas informações recebidas.

O modo difuso, trabalha quando o aluno não está mais concentrado naquele conteúdo ou naquela tarefa. O cérebro aproveita esses intervalos, para que os aprendizados sejam *"digeridos"* enquanto se realiza outra atividade. Segundo (OAKLEY, 2015)

> [. . .] O pensamento em modo difuso também é essencial para aprender Matemática e Ciências. É ele que nos permite entender de repente um problema que estamos nos esforçando para resolver sem sucesso e está associado às perspectivas de "visão global". O pensamento em modo difuso é o que acontece quando você relaxa sua atenção e simplesmente deixa sua mente vagar. Esse relaxamento pode permitir que diferentes áreas do cérebro troquem informações e produzam conclusões valiosas. Ao contrário do modo focado, o modo difuso não está associado a nenhuma área específica do cérebro - você pode pensar nele como se fosse "difuso", isto é, espalhado, por todo o cérebro. (OAKLEY, 2015)

No nosso caso, com relação ao uso da plataforma, mesmo que os alunos queiram continuar estudando o mesmo assunto, Pré-álgebra por exemplo, a plataforma *Khan Academy* força o aluno a *"desligar"* o seu modo focado, quando estipula que, para desbloquear uma nova atividade relacionada ao assunto Pré-álgebra, o aluno deve esperar um período de tempo (geralmente são 16 horas) até que a nova atividade - agora na forma de ***Desafio*** seja desbloqueada e ele possa acessá-la. Geralmente nesse período de espera, o aluno aventura-se em outros assuntos que muitas vezes não são diretamente relacionados ao primeiro, no nosso caso Pré-álgebra.

5.2 Exemplos de problemas famosos da Matemática exemplificando os modos focado e difuso

A seguir são apresentados alguns problemas famosos da Matemática que exemplificam a atuação dos modos focado e difuso do trabalho cerebral.

5.2.1 Arquimedes e a coroa do rei Híeron II

O experimento de Arquimedes de Siracusa sobre a densidade relativa dos corpos é muito engenhoso. A história da sua descoberta foi relatada pelo arquiteto romano Vitrúvio no livro IX de *De Arquitectura* e foi inventada simplesmente para ilustrar de modo impressionante uma descoberta científica, mas não deixa de ter o mérito da clareza pedagógica.

Segundo Vitrúvio, o rei Híeron II teria decidido, no momento da sua ascensão ao trono de Siracusa, comemorar o evento depositando em um templo uma coroa de ouro puro consagrada aos deuses. Fez, então, contato com um ourives e lhe entregou uma quantidade precisa de ouro. Na data prevista, o ourives levou ao rei uma coroa soberbamente cinzelada, cujo peso correspondia exatamente ao peso do ouro que lhe fora dado.

Pouco tempo depois, vieram insinuar ao rei que o ourives roubara uma parte do ouro, substituindo-a, na coroa, por um peso equivalente em prata. O rei Híeron, furioso mas não sabendo como descobrir a verdade, pediu a Arquimedes que lhe fornecesse a prova da culpa ou da inocência do homem.

Preocupado com o assunto, Arquimedes dirigiu-se para as termas. Então, notou que quanto mais afundava o corpo na banheira, mais água derramava para fora. Quando o seu corpo estava totalmente imerso, uma quantidade determinada de água tinha sido derramada. Impressionado com esse fenômeno, de aparência banal, descobriu a solução para o problema de Híeron e saiu do banho precipitando-se para a casa completamente nu - pelo menos assim disse Vitrúvio - e gritando *Eureka!, Eureka!* - "Achei! Achei!".

A água derramada correspondia ao peso em volume de água do seu corpo imerso: a sua quantidade era pois inversamente proporcional à densidade do seu corpo.

Para resolver o dilema de Híeron, bastava então estudar o comportamento do ouro e da prata na água. Se uma coroa de ouro puro imersa em um recipiente deslocava uma quantidade de água diferente de uma coroa de prata com a mesma massa, imersa nas mesma condições, é que o ouro e a prata tinham densidades diferentes; uma coroa feita de uma liga de ouro e prata teria então a sua densidade própria, diferente da densidade das duas outras coroas. Para verificar isso, bastava medir a quantidade de água que cada massa deslocava, e se houvesse divergência, uma fraude eventual poderia ser desmasca-

rada.

Arquimedes tomou então dois objetos do mesmo peso que a coroa do ourives: um de ouro puro, o outro de prata pura. Em seguida, encheu um vaso com água até a borda e mergulhou o objeto de ouro puro e depois o de prata pura. A cada vez, mediu a quantidade de água derramada, usando um sesteiro, e viu que o ouro deslocava menos água que a prata. Enfim, mergulhou a coroa do ourives e descobriu que ela deslocava uma quantidade de água intermediária entre a quantidade de água deslocada pelo objeto de ouro puro e pelo de prata pura. Assim, obteve a prova de que a coroa foi feita de uma liga de ouro e prata. (RAMOS, 2013).

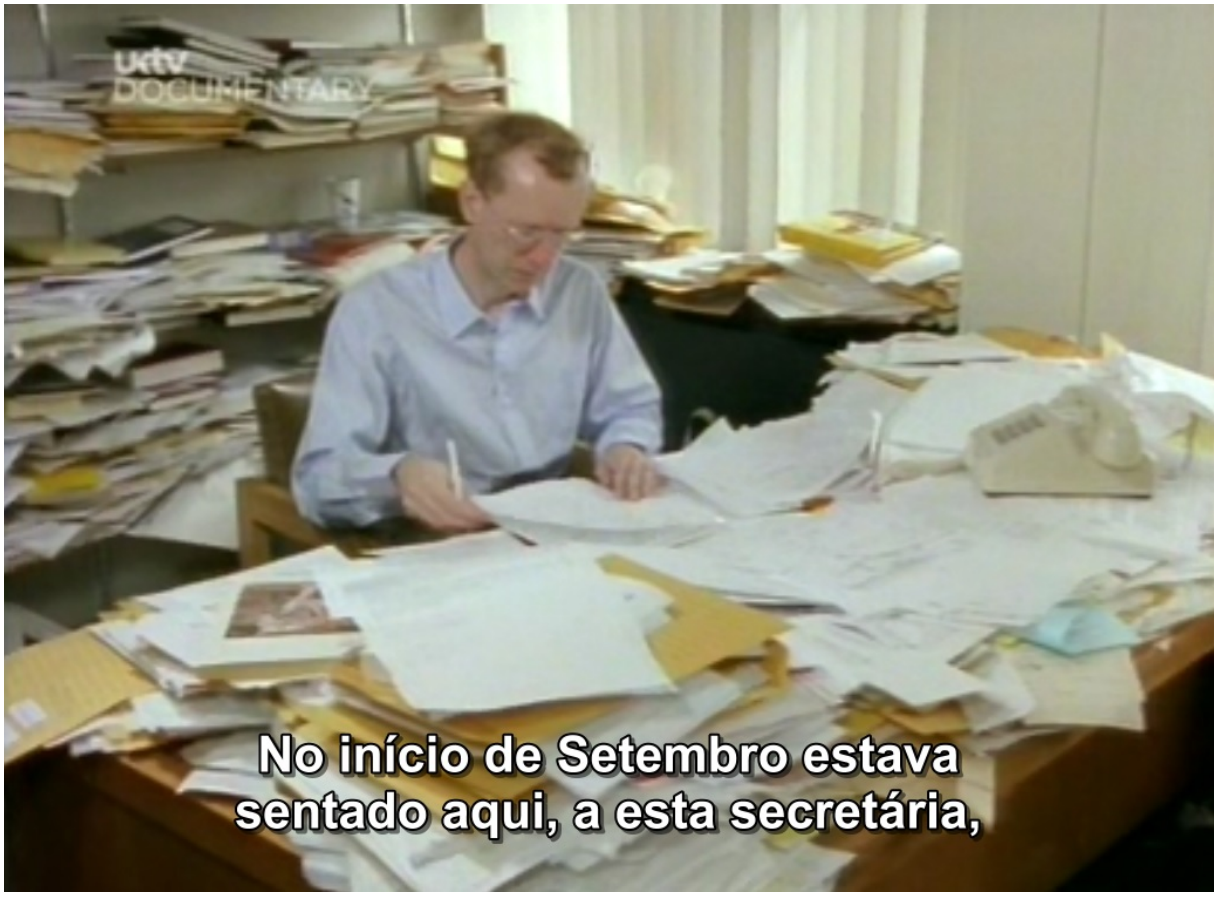
Depois de pensar e dedicar-se em resolver o problema proposto pelo rei Híeron II, o problema foi resolvido por Arquimedes enquanto tomava banho em uma banheira e não em um ambiente de criações (como uma sala ou um gabinete), que seria (supostamente) o ambiente ideal para atingir o máximo de concentração para resolver problemas.

5.2.2 Andrew Wiles e o Último Teorema de Fermat

Andrew Wiles, matemático da Universidade de Oxford, foi agraciado com o Prêmio Abel 2016, um dos mais importantes prêmios da Matemática. Wiles provou o último Teorema de Fermat, proposto por Fermat em 1637 em uma nota na margem de uma cópia da obra *"Arithmetica"* de Diofanto de Alexandria (uma obra escrita entre os séculos II e IV da nossa era). A prova do último Teorema de Fermat atraiu matemáticos por mais de 300 anos e seu estudo teve um grande impacto no desenvolvimento de várias áreas da Matemática. De fato a prova de Wiles (famosamente longa, com mais de 200 páginas) usou e desenvolveu sofisticados resultados conectando curvas elípticas e formas modulares. O Prêmio Abel, que inclui a soma de 750.000 euros, é oferecido anualmente pela Academia de Ciências e Letras da Noruega desde 2013. (PRIZE, 2016).

Em 1996 a BBC - Horizon produziu um vídeo chamado *Fermat's Last Theorem* que conta a história de Andrew Wiles e a descoberta da demonstração do chamado Último Teorema de Fermat, veja a Figura 34. Nesse vídeo, o Professor Andrew Wiles relata a forma totalmente inesperada que a ideia crucial de resolver veio na sua mente. Estava ele, no seu gabinete sentado a sua mesa quando repentinamente veio uma ideia muito clara de como poderia resolver os problemas que haviam aparecido na sua primeira tentativa de provar o teorema. Mesmo estando obcecado em resolver o problema, a verdadeira ideia surgiu em um momento de relaxamento, ou seja, quando estava "desligado" do problema. Parece que o ambiente adequado para o Professor Andrew Wiles era realmente o seu gabinete. Porém, ele não trabalhava na demonstração do Último Teorema de Fermat quando estava na Universidade. Ele preferia estudar o problema (em segredo) na sua casa. Nesse caso, o ambiente de relaxamento (modo difuso) era a Universidade e a sua residência era o ambiente de um estudo mais concentrado (modo focado).

Figura 34 – Imagem do documentário *Fermat's Last Theorem* da BBC - Horizon 1996



Fonte: (DAILYMOTION, 2007)

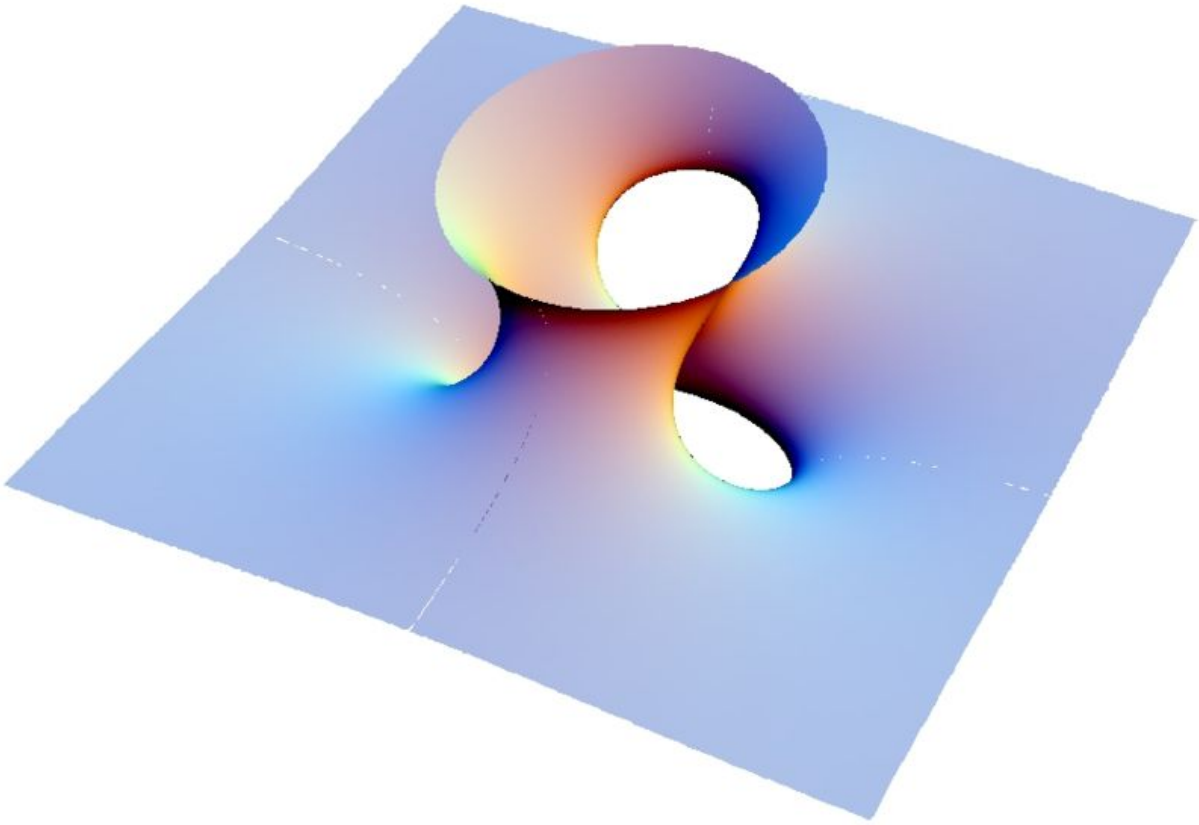
5.2.3 A Superfície Mínima de Celso da Costa

O matemático brasileiro Celso da Costa, da Universidade Federal Fluminense, tentava descobrir durante o período de seu doutoramento, a forma de uma nova figura geométrica. Uma figura pertencente a uma classe de superfícies conhecidas no ramo da Geometria Diferencial como ***Superfícies Mínimas*** (não será aprofundado o assunto aqui, pois foge totalmente dos propósitos desse trabalho), mas reportamos ao leitor interessado, uma entrevista do professor Celso da Costa que pode ser vista em (ALBERTI; DURAN, 2014). O que Costa buscava era algo que vinha movimentando pesquisadores de todo o mundo por cerca de 200 anos: descrever matematicamente a forma de uma superfície mínima diferente das até então conhecidas, como por exemplo, o plano no espaço. A Superfície de Costa pode ser visualizada na Figura 35.

A ideia de como resolver seu problema surgiu no começo dos anos 80, quando o Costa estava no cinema. Segundo ele: "Eu assistia a um filme sobre escolas de samba e uma sambista desfilava com um bizarro chapéu de três abas. Naquele momento tive a inspiração crucial e final do modo como a figura geométrica da superfície que eu buscava se apresentava no espaço." (GALILEU, 2015).

Observamos que Costa teve a ideia crucial em um momento de pensamento difuso (durante uma sessão de cinema) e não em um momento de pensamento focado (debruçado em uma mesa repleta de livros e artigos).

Figura 35 – Imagem da Superfície de Costa



Fonte: (WIKIPéDIA, 2014)

5.3 A interface de um *game* auxilia o processo de aprendizagem dos conteúdos

É notável a preferência dos alunos no uso de ferramentas educacionais que fazem uso de tecnologias e plataformas virtuais de ensino em comparação aos métodos tradicionais de trabalho, ou seja: aulas totalmente expositivas.

> [...] pode-se afirmar, e mesmo quem não aprecie *games* há de concordar, que eles são poderosos meios para proporcionar prazer aos que interagem com eles. *Games* são relacionados diretamente com diversão, e se não fosse assim, talvez não seriam tão populares. (FARDO, 2013).

Nesse ponto, o professor precisa tirar proveito dessa oportunidade e trabalhar com seus alunos de uma forma mais proveitosa o conteúdo a ser estudado. Não se trata de

abandonar métodos usuais (eficientes quando bem aplicados) por um novo método de ensino, mas sim de conciliar o uso das ferramentas digitais de ensino nas suas aulas para um melhor aprendizado de seus alunos. A plataforma *Khan Academy* com a sua interface de fácil entendimento que faz o aluno ter a sensação de estar num jogo de computador é uma boa opção nesse sentido.

> [. . .] O que a gamificação propõe, como estratégia aplicável aos processos de ensino e aprendizagem nas escolas ou em qualquer outro ambiente de aprendizagem, é utilizar um conjunto de elementos comumente encontrados na maioria dos games e aplicá-los nesses processos, com o intuito de gerar níveis semelhantes de envolvimento e dedicação daqueles que os games normalmente conseguem gerar. A gamificação também se dispõe a transpor os métodos de ensino e aprendizagem presentes nos *games* para a educação formal. (FARDO, 2013).

O aluno obtém melhores resultados quando participa de forma ativa de propostas de trabalho. E para que isso ocorra é necessário que ele se sinta incluído nos processos. Um designer de *games* precisa desenvolver ferramentas que façam o jogador se sentir como parte do jogo, para que ele continue jogando e mesmo avançando nos objetivos do jogo, a vontade de continuar e encontrar novos desafios faz com que o jogador dedique-se cada vez mais a concluir seus objetivos.

> [. . .] a diversão é causada por estímulos físicos, apreciação estética ou manipulação direta da química do sistema nervoso, e a define como um estado de descarga de endorfinas nesse sistema através de reações químicas no cérebro, e que os mesmos arrepios que são sentidos ao ouvir um trecho de música espetacular ou em um momento emocionante de um filme ou livro são causados pelas mesmas reações químicas provocadas por drogas, por um orgasmo ou por chocolate, por exemplo. Essas mesmas descargas acontecem também em momentos de triunfo, quando algo novo é aprendido, um desafio intelectual é superado ou quando finalmente se consegue realizar uma tarefa desafiadora. (FARDO, 2013)

É nesse sentido que as escolas devem estruturar-se para servirem de referência para seus alunos. As tecnologias encontram-se em toda parte do mundo, porém dentro das escolas é um tabu que precisa ser superado. Uma escola que tem como objetivo educar e preparar os seus alunos para um mundo fora de seus portões, deve ser um reflexo dos avanços que ocorrem, principalmente com relação à tecnologia usada no cotidiano. Quando a escola não oferece essas ferramentas tecnológicas a seus alunos, ela deixa de cumprir o seu papel como instituição de ensino, fazendo com que o aluno use outras ferramentas para educar-se e muitas vezes sem qualquer critério sério, pois necessita de respostas a seus questionamentos e dúvidas.

> [. . .] Nesse sentido, na cultura digital, a escola perde parte de seu papel de detentora dos saberes, pois eles estão disponíveis ao alcance de alguns cliques em um motor de buscas na internet. Em uma sociedade

> hiperconectada, a escola talvez devesse assumir outro papel. Ela poderia, por exemplo, assumir a função de orientar os percursos individuais no saber e de contribuir para o reconhecimento dos conjuntos de saberes pertencentes às pessoas." (FARDO, 2013).

5.4 As medalhas como forma de recompensa

As recompensas que ganhamos quando realizamos uma atividade muitas vezes são os propulsores que servem de motivação para que uma determinada atividade seja realizada.

> [...] Recompensas são elementos fundamentais de um jogo. Existem diferentes tipos de recompensas nos *games*, desde as mais simples, como o escore, até outras mais elaboradas, como habilidades especiais, medalhas por conseguir realizar certos desafios propostos ou outros prêmios. (FARDO, 2013).

Existem dois tipos de sistemas de recompensas, a intrínseca e a extrínseca. No seu trabalho, (FARDO, 2013) define de forma muito clara esses dois tipos de sistemas de recompensas, segundo ele

> [...] A motivação intrínseca é quando um indivíduo é motivado a realizar determinada atividade ou demonstrar certo comportamento por fatores internos, tais como prazer, orgulho, força de vontade, desafio, ou simplesmente porque entende que isso seja uma coisa boa a se fazer. A motivação extrínseca funciona ao contrário, ou seja, um indivíduo realiza determinada tarefa ou apresenta determinado comportamento com a finalidade de conseguir uma recompensa externa, como um prêmio em dinheiro, uma medalha, um presente, ou algo que o valha.

A plataforma *Khan Academy* oferece um sistema de recompensas da forma intrínseca (com pontos de energia e medalhas). Mas que no processo de avaliação dos alunos, podem se reverter (conforme o professor-tutor determinar) em recompensas da forma extrínseca.

5.5 Os exercícios de repetição espaçada e a sua eficiência no processo de aprendizagem

Os alunos têm algumas ilusões sobre os métodos aplicados de estudo. Existe uma premissa de que "quanto mais tempo eu estudo, mais eu aprendo". Porém esse método de aprendizagem é pouco ou nada eficiente, mesmo se o aluno adotar esse mecanismo de aprendizagem por um longo período de tempo. Outra ilusão que os alunos tem sobre os métodos de aprendizagem ocorre quando empregam as leituras repetitivas. Imaginam que os conteúdos são fixados por esse processo de repetição até a exaustão.

Em ambos os casos mencionados acima, os alunos precisam dispender um grande período de tempo e os resultados nem sempre são os desejáveis. Segundo (OAKLEY, 2015)

> [. . .] só querer aprender o material, e gastar muito tempo fazendo isso, não garante que você realmente irá aprendê-lo. Como Alan Baddeley, um famoso psicólogo e especialista em memória, observa: "a intenção de aprender é útil somente se leva ao uso de boas estratégias de aprendizagem".

O processo que a plataforma *Khan Academy* adota é o método conhecido como exercícios de repetição espaçada. Esse método consiste em realizar determinada atividade e ter um tempo para assimilar o que foi trabalhado. Porém esse tempo que o aluno deve ter entre uma atividade e outra não pode ser muito extenso, sob pena de perder o que foi estudado anteriormente. Nesse ponto, fica claro que a melhor estratégia para assimilar determinado conteúdo (de Matemática, por exemplo) consiste em saber quanto tempo de intervalo devemos ter entre cada atividade.

> [. . .] Você não deve esperar muito tempo antes de praticar a recordação, para não ter que recomeçar o reforço do conceito do zero a cada vez. Tente voltar a ver o que está aprendendo até o dia seguinte, especialmente se for algo novo e desafiador. É por isso que muitos professores recomendam que após a aula, se possível, você reescreva suas anotações no mesmo dia. Isso ajuda a solidificar os blocos de memória que estão se formando e também revela as lacunas em seu entendimento, que geralmente correspondem aos pontos que os professores *adoram* incluir nas provas. Saber onde estão as lacunas, é claro, é o primeiro passo para começar a preenchê-las. (OAKLEY, 2015)

A plataforma *Khan Academy* determina que os alunos esperem em torno de 15 a 16 horas entre a conclusão de uma atividade e um desafio. Isso vai ao encontro do método de exercícios de repetição espaçada, recém comentados, ou seja, a plataforma *Khan Academy* procura evitar que os alunos adquiram algumas ilusões de competências.

5.6 Ênfase na intercalação e não na sobreaprendizagem

Outro mecanismo que a plataforma *Khan Academy* proporciona aos alunos é oferecer a possibilidade de intercalar assuntos a serem estudados ao invés de trabalhar um único conteúdo até a exaustão. Segundo (KHAN, 2013)

> [. . .] Destaca-se também, que essa metodologia é disponibilizada de forma aberta, o que torna um lugar onde todos são bem-vindos, todos estão convidados a ensinar e aprender, e todos são incentivados a fazer o melhor possível. O sucesso é autodefinido: o fracasso é desistir.

Muitos alunos tem a convicção de que se fizerem um número grande de exercícios alcançarão o domínio do assunto que estão estudando. A literatura científica que trata de estudos sobre métodos de aprendizagem, considera que a sobreaprendizagem se refere a uma prática imediatamente após ter alcançado algum nível de domínio do material, ou seja, o aluno aprende a resolver um modelo de exercício e repete o mesmo mecanismo de solução para um conjunto maior de exercícios, porém todos com as mesmas características. Um exemplo pode ser resolver corretamente certo tipo de problema de Matemática e então imediatamente resolver vários outros problemas do mesmo tipo. Embora resolver mais problemas do mesmo tipo muitas vezes aumente as notas em uma prova, resolver muitos problemas do mesmo tipo em sucessão imediata é também um uso ineficiente do tempo. Segundo (OAKLEY, 2015)

> [. . .] Na sala de aula e em outros lugares, os alunos devem maximizar quanto eles aprendem por unidade de tempo que passam estudando ou praticando - ou seja, eles devem obter o melhor retorno para o seu esforço. Como os alunos podem fazer isso? A literatura científica dá uma resposta inequívoca: ao invés de dedicar uma sessão longa para o estudo ou prática da mesma habilidade ou conceito para que ocorra a sobreaprendizagem, os estudantes devem dividir seus esforços em várias seções mais curtas. Isso não significa que sessões longas de estudo sejam, necessariamente, uma ideia ruim. Não há problema com sessões longas se os estudantes não dedicam muito tempo a uma única habilidade ou conceito. Após entender X, eles devem passar para outro assunto e retomar a X outro dia.

5.7 A importância do sono no processo de aprendizagem

O relatório ***Atividade*** além de fornecer ao professor-tutor informações detalhadas sobre as atividades que cada aluno praticou, informa também o horário exato da realização de cada uma dessas atividades. Essa última informação citada torna-se de grande importância para o professor-tutor obter informações sobre quais são os horários que seus alunos tem por hábito resolver as atividades propostas pela plataforma. Novamente citamos aqui, a grande importância que deve-se dar ao processo de aprendizagem (nesse caso, sobre o horário de estudos dos alunos) e não ao produto (a atividade resolvida, independente se foi realizada às 20:00 ou às 4:45 da madrugada!).

Não raro nos deparamos com alunos que estão na sala de aula com muito sono (para não dizermos que estão dormindo na aula). Esse fato, deve ter uma relação muito íntima com o acesso dos jovens a aplicativos de redes sociais por aparelhos como celulares *smartphones*, *tablets*, *laptops* e similares. Independente dos reais motivos que resultam na situação mencionada acima, deve-se olhar com atenção esses casos, pois apresentam reflexos negativos no desempenho escolar dos alunos.

O professor em sala de aula pode contribuir na identificação de sintomas que

podem indicar se o aluno tem dormido menos do que o necessário (entre 8 e 10 horas por noite). Os adolescentes que dormem mal não conseguem participar ativamente das aulas, apresentam baixo rendimento, falta de atenção constante nas aulas, alterações cognitivas, entre outros sintomas. É interessante que o professor quando identificar seguidamente esses sintomas em seus alunos, relate aos pais sobre a possibilidade de ser um caso de noites "mal dormidas".

Embora pareça uma atividade relativamente simples, dormir bem nem sempre é algo que a maioria das pessoas (principalmente os adolescentes) conseguem realizar de forma adequada. Os benefícios de uma boa noite de sono implicam em um bom funcionamento fisiológico do nosso organismo, reposição energética, a produção e liberação de alguns hormônios - o hormônio do crescimento (GH - do inglês *growth hormone*), por exemplo.

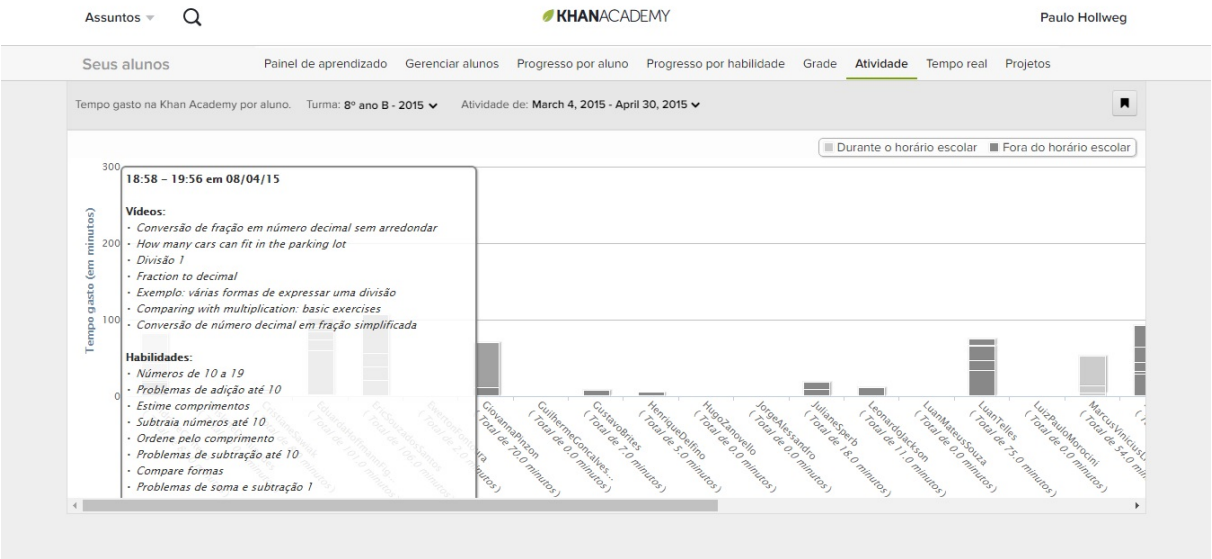
A importância do sono no processo de aprendizagem é muito bem relatada por (OAKLEY, 2015), segundo ela:

> [. . .] Finalmente, foi demonstrado que o sono faz uma diferença notável na capacidade das pessoas de resolver problemas difíceis e encontrar o significado e a interpretação do que elas estão aprendendo. É como se a desativação completa do "você" consciente no córtex pré-frontal ajudasse as outras áreas do cérebro a começar a falar mais facilmente umas com as outras, permitindo que elas formem a solução neural para o seu problema enquanto dormem. (Claro, você deve plantar a semente para o modo difuso primeiro, trabalhando em modo focado)".

Também é importante mencionar que nas vezes em que você se encontra cansado antes de dormir, será mais produtivo ir dormir, e no dia seguinte, acordar um pouco mais cedo, ler as suas atividades com o cérebro descansado do que insistir em uma leitura com o cérebro cansado.

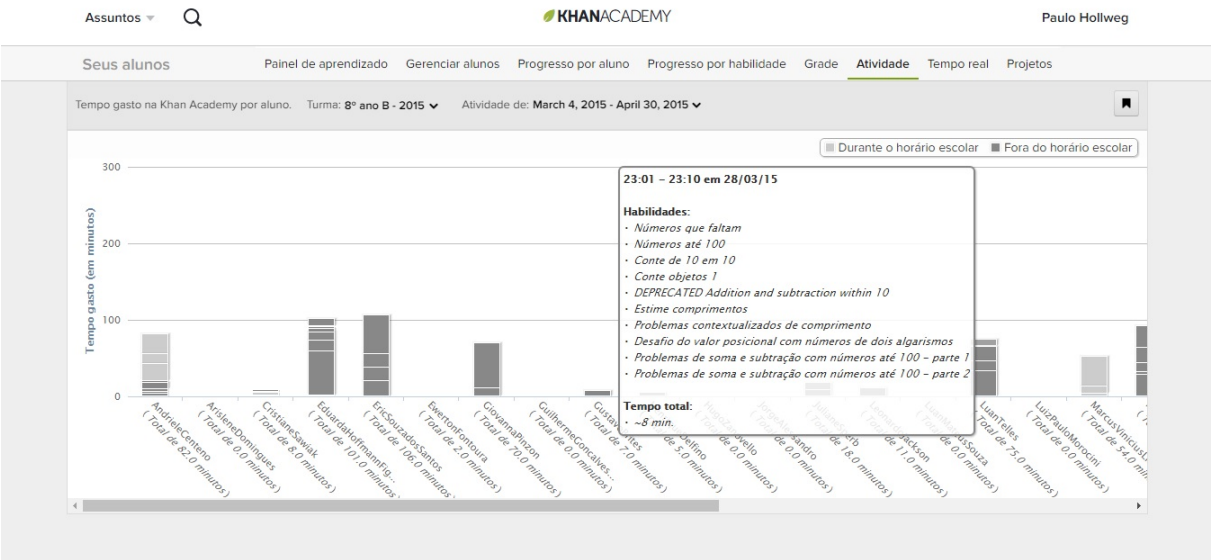
Novamente a plataforma *Khan Academy* apresenta ferramentas ideais para o diagnóstico de alunos que possam apresentar algum distúrbio do sono. Através da ferramenta *Atividade* é possível identificar o horário exato que cada aluno esteve desenvolvendo alguma atividade. Nas Figuras 36 e 37 mostramos duas imagens, uma de um aluno que realizou as suas atividades na plataforma *Khan Academy* com início às 18h:58min e finalizou às 19h:56min e outro aluno que realizou as suas atividades às 23h:01min e finalizou às 23h:10min.

Figura 36 – Tela de um aluno com atividades feitas das 18h:58min até 19h:56min



Fonte: Imagem obtida da página do autor no site da *Khan Academy*.

Figura 37 – Tela de um aluno com atividades feitas das 23h:01min até 23h:10min



Fonte: Imagem obtida da página do autor no site da *Khan Academy*.

Destaque-se que a plataforma *Khan Academy* tem um mecanismo de cuidado com relação ao tempo que o aluno fica logado. No caso de o aluno ficar inativo na plataforma por mais de 15 minutos, ela automaticamente para de contar aquele tempo excedente como tempo de uso da plataforma.

6 Considerações finais

Salienta-se que o aprendizado dos alunos que participaram do trabalho desenvolvido com auxílio da plataforma *Khan Academy* apresentou relevante melhora. É evidente que não se conseguiu atingir resultados consideráveis com 100% dos alunos, porém o número de alunos que não apresentaram melhora devido ao uso da plataforma coube a um grupo de alunos que demonstraram pouca (ou nenhuma) motivação no início dos trabalhos. Pelo contrário, demonstraram resistência em resolver as atividades, ao ponto de acharem que o professor-tutor estava invadindo o seu ambiente de conforto: a *internet*. Mas os resultados no geral foram muito satisfatórios, inclusive dedicando uma parte do trabalho onde mencionamos os resultados relevantes.

Problemas para serem resolvidos ainda existem, mas são possíveis de serem solucionados e por consequência o trabalho ainda pode ser aprimorado. Os estudos de Neurociência são outro fator relevante a ser destacado aqui. Uma das maneiras de entender como resolver problemas na área da educação está diretamente relacionadas em entender como o nosso cérebro trata esses problemas. Nada mais sensato do que as pessoas que trabalham com ensino e aprendizagem terem algumas noções em saber como o nosso cérebro aprende e quais as formas mais adequadas de trabalhar determinados assuntos com seus alunos.

Com relação à oportunidade de conversar pessoalmente com os pais dos alunos, como decorrência dos planos de adotar essa metodologia, a grande maioria se mostrou favorável ao uso da plataforma *Khan Academy* no auxílio dos métodos de ensino de Matemática. Eles sentiram-se seguros em saber como seus filhos estavam estudando, e como o professor-tutor os estava avaliando. Alguns pais preferiram adquirir planos de internet para que seus filhos estudassem com o uso do computador em casa.

A escola também ganhou com a proposta de trabalho, pois o Laboratório de Informática foi utilizado frequentemente com os alunos (em horário de aula e no turno inverso de suas aulas). Apesar de os equipamentos disponíveis (computadores) serem já considerados ultrapassados (são equipamentos adquiridos em 2008), o trabalho pôde ser desenvolvido sem maiores problemas. Inclusive ocorreram algumas manutenções no Laboratório de Informática, o que acarretou uma melhora considerável nas aulas ministradas nesse ambiente. Os demais professores de Matemática da escola foram convidados a participar do trabalho com seus alunos nos próximos anos, tornando o estudo aqui apresentado, uma parte integrante das metodologias utilizadas para o ensino de Matemática da escola.

Os alunos que participaram do trabalho - alguns, inclusive já frequentando o En-

sino Médio - ainda fazem uso da plataforma *Khan Academy*, pois ainda chegam *emails* com os relatórios individuais desses alunos. E com isso pode-se constatar que a proposta do trabalho desenvolvida rendeu bons frutos e que deve ser continuada como forma de melhorar o trabalho feito pela escola.

Entretanto algumas observações finais precisam ser feitas:

Primeiramente, ainda que essa metodologia, fundamentada em descobertas relativamente recentes na Neurociência, tenham tido relativo êxito em sua execução, aprender é necessariamente uma atitude introspectiva, isto é, o estudante deve ser - como é costume afirmar em textos pedagógicos - o sujeito da educação. Mas também deve ser o sujeito no seu desejo de aprender e a Neurociência também justifica isso pela neuroplasticidade[1]. Segundo essa propriedade fantástica, o aprendizado pode ocorrer durante toda a vida, sem limite de idade, mas é preciso que exista o desejo de aprender; Além disso, as escolas e mesmo universidades brasileiras, segundo seu modo engessado de funcionamento, para que possam funcionar em consenso com os avanços da Neurociência Cognitiva, é importante que façam adequar seu funcionamento, sua administração, sua gestão e sua infraestrutura; E finalmente, os professores precisam adquirir conhecimentos mais sólidos sobre o modo como o cérebro humano trabalha e qual o papel das sensações e emoções na aprendizagem, para que possam atender às exigências e anseios por uma educação de maior qualidade, além, é claro, de maior valorização e reconhecimento, por parte da sociedade de modo geral e, consequentemente, da classe política e dirigente nesse país.

[1] Neuroplasticidade, também conhecida como plasticidade neuronal, refere-se à capacidade do sistema nervoso de mudar, adaptar-se e moldar-se a nível estrutural e funcional ao longo do desenvolvimento neuronal e quando sujeito a novas experiências.

Referências

ALBERTI, V.; DURAN, M. R. da C. *Entrevista – Celso José da Costa*. 2014. Acessado em 18/05/2015. Disponível em: <https://rhhj.anpuh.org/RHHJ/article/download/127/101>. Citado na página 65.

BACICH, L.; TREVISANI, F. M. *Ensino Híbrido: Personalização e Tecnologia na Educação*. Fundação Lemann & Instituto Península, 2015. Curso on line; acessado em 01/08/2015. Disponível em: <https://coursera.org/learn/ensino-hibrido>. Citado na página 54.

BIONDI, R. L.; VASCONCELLOS, L.; FILHO, N. M. Avaliando o impacto da obmep - olimpíada brasileira de matemática das escolas públicas - na qualidade da educação. 2012. Citado na página 58.

CBSNEWS. *Khan Academy: The future of education?* 2012. Acessado em 01/04/2015. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=zxJgPHM5NYI>. Citado na página 30.

CHRISTENSEN, C. M.; HORN, M. B.; STAKER, H. *Ensino Híbrido: uma Inovação Disruptiva? Uma introdução aos híbridos*. São Paulo: Clayton Christensen Institute - traduzido para o Português por Fundação Lemann e Instituto Península, 2013. Citado na página 54.

COURSERA. *Cursos on line*. 2012. Acessado em 01/08/2015. Disponível em: <https://www.coursera.org>. Citado na página 17.

DAILYMOTION. *BBC - Horizon - 1996 - Fermat's Last Theorem*. 2007. Acessado em 18/05/2015. Disponível em: <http://www.dailymotion.com/video/x223gx8_bbc-horizon-1996-fermat-s-last-theorem_shortfilms>. Citado na página 65.

DANTE, L. R. *Projeto Teláris - Matemática 8*. São Paulo: Editora Ática, 2014. Citado na página 44.

FARDO, M. L. *A gamificação como estratégia pedagógica: Estudo de elementos dos games aplicados em processos de ensino e aprendizagem*. Dissertação (Mestrado) — Universidade de Caxias do Sul, Curso de Pós-Graduação em Educação, Caxias do Sul, 2013. Citado 7 vezes nas páginas 15, 18, 20, 30, 66, 67 e 68.

GALILEU, C. K. E. R. *A bolha de sabão em números*. 2015. Acessado em 18/05/2015. Disponível em: <http://revistagalileu.globo.com/Galileu/0,6993,ECT656726-2680,00.html>. Citado na página 65.

GOOGLE, I. *Youtube LCC*. 2005. Acessado em 18/12/2015. Disponível em: <https://www.youtube.com>. Citado na página 42.

IMPA, I. N. de Matemática Pura e A. *Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas*. 2005. Acessado em 18/12/2015. Disponível em: <www.obmep.org.br>. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 59.

IMPA, I. N. de Matemática Pura e A. *Portal da Matemática*. 2014. Acessado em 18/12/2015. Disponível em: <matematica.obmep.org.br>. Citado 2 vezes nas páginas 42 e 47.

KHAN, S. *Khan Academy*. 2012. Acessado em 18/12/2015. Disponível em: <https://pt.khanacademy.org>. Citado na página 13.

KHAN, S. *Um mundo, uma escola - A educação reinventada*. Rio de Janeiro: Editora Intrínseca LTDA, 2013. Citado 2 vezes nas páginas 18 e 69.

LEMANN, F. *Khan Academy - O maior site de matemática do mundo*. 2015. Acessado em 15/11/2015. Disponível em: <https://fundacaolemann.org.br/khan-academy>. Citado na página 19.

MENEGAIS, D. A. F. N. *A Formação Continuada do Professor de Matemática: Uma inserção tecnológica da plataforma Khan Academy na prática docente*. Tese (Doutorado) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Centro de Estudos Interdiciplinares em Novas Tecnologias em Educação Curso de Pós-Graduação em Informática na Educação, Porto Alegre, 2015. Citado na página 21.

OAKLEY, B. *Aprendendo a aprender - Como ter sucesso em Matemática, Ciências e qualquer outra matéria (mesmo se você foi reprovado em álgebra)*. São Paulo: Atena, 2015. Citado 9 vezes nas páginas 14, 18, 42, 46, 61, 62, 69, 70 e 71.

OAKLEY, B.; SEJNOWSKI, T. *Aprendendo a aprender: ferramentas mentais poderosas para ajudá-lo a dominar assuntos difíceis (em Português)*. Universidade da Califórnia, San Diego, 2015. Curso on line; acessado em 01/08/2015. Disponível em: <https://coursera.org/learn/aprender>. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 47.

PRIZE, T. A. *Sir Andrew J. Wiles receives the Abel Prize*. 2016. Acessado em 20/05/2016. Disponível em: <http://www.abelprize.no/nyheter/vis.html?tid=67106>. Citado na página 64.

RAMOS, W. C. da S. *Arquimedes, densidade e a origem do nome Eureka!* 2013. Acessado em 18/12/2015. Disponível em: <http://www.obm.org.br/opencms/revista_eureka/origem.html>. Citado na página 64.

ROCHA, J.; MANZALLI, A. P. *Explorando os Recursos Educacionais da Khan Academy*. Fundação Lemann, Instituto Península, Instituto Natura & Ismart, 2015. Curso on line; acessado em 01/08/2015. Disponível em: <https://coursera.org/learn/khanacademy>. Citado na página 47.

RODRÍGUEZ, J.; LIGHT, D.; PIERSON, E. Khan academy en aulas chilenas: Innovar en la enseñanza e incrementar la participación de los estudiantes en matemática. 2014. Citado 3 vezes nas páginas 42, 43 e 48.

SBM, S. B. de M. *Olimpíada Brasileira de Matemática*. 1979. Acessado em 18/12/2015. Disponível em: <www.obm.org.br>. Citado na página 16.

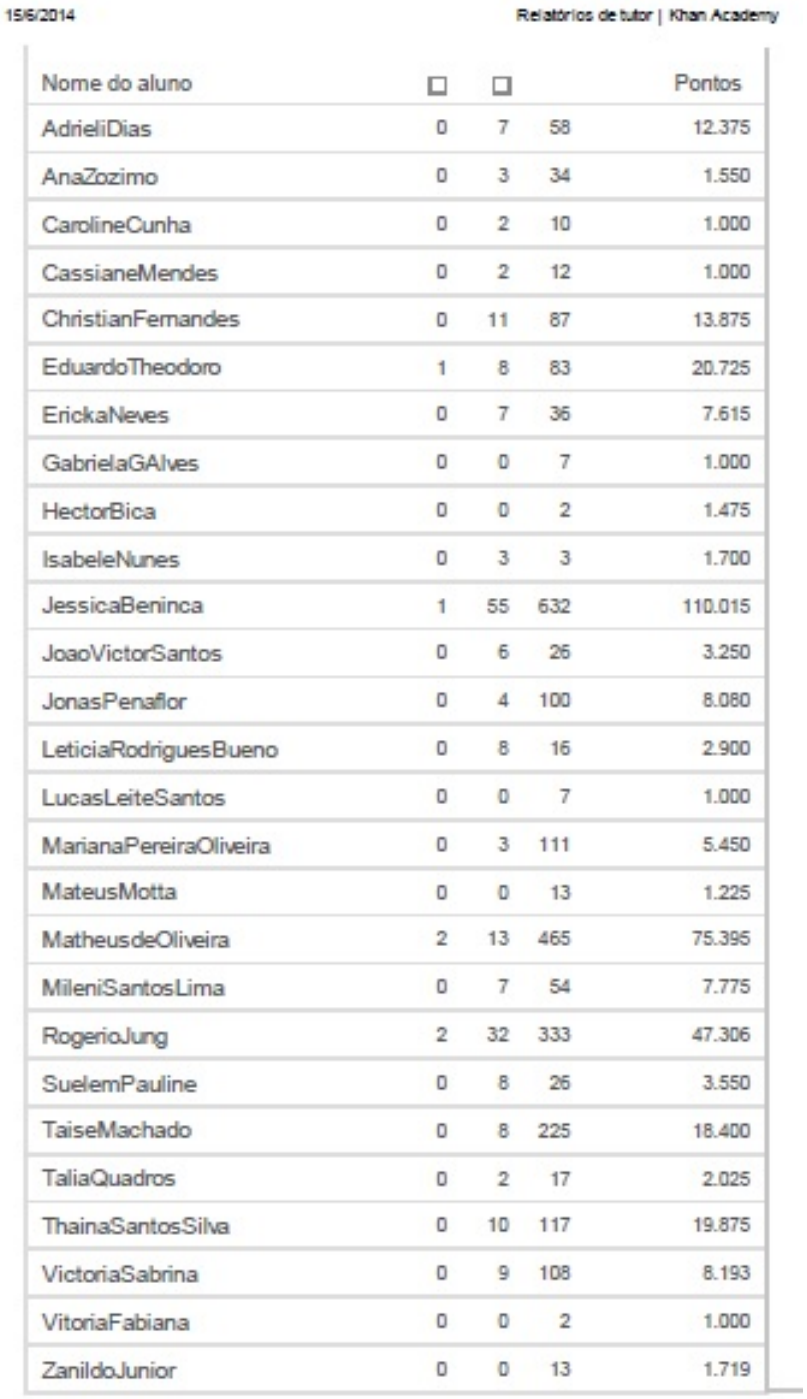
ULBRA, U. L. do B. *Sistema Integrado de Enseñanza Aprendizaje*. 2013. Acessado em 01/04/2014. Disponível em: <http://siena.ulbra.br/>. Citado na página 47.

WIKIPéDIA, a. e. l. *A Superfície Costa*. 2014. Acessado em 18/05/2015. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Superf%C3%ADcie_Costa>. Citado na página 66.

Anexos

Anexo 1

Figura 38 – Visualização do relatório de desempenho dos alunos da turma A.



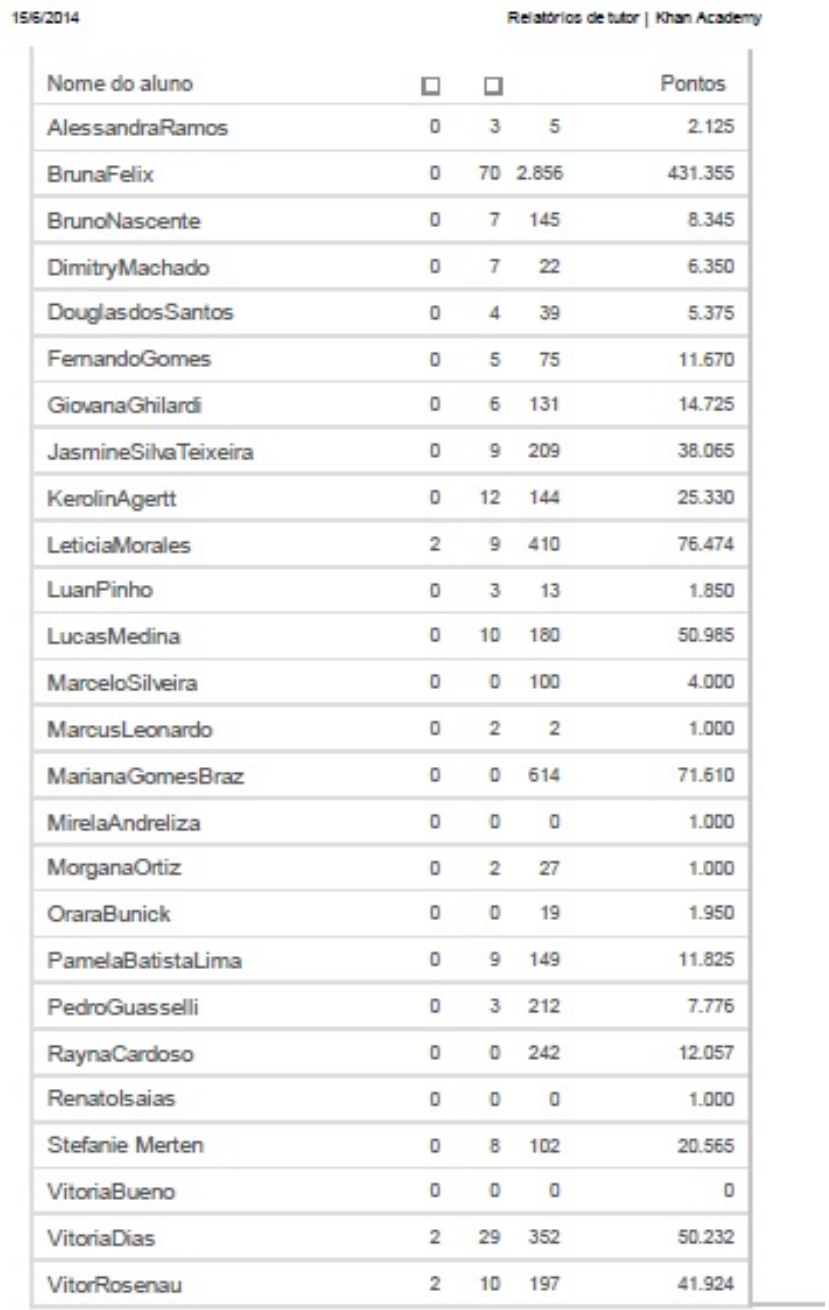
15/6/2014 Relatórios de tutor | Khan Academy

Nome do aluno	☐	☐		Pontos
AdrieliDias	0	7	58	12.375
AnaZozimo	0	3	34	1.550
CarolineCunha	0	2	10	1.000
CassianeMendes	0	2	12	1.000
ChristianFernandes	0	11	87	13.875
EduardoTheodoro	1	8	83	20.725
ErickaNeves	0	7	36	7.615
GabrielaGAlves	0	0	7	1.000
HectorBica	0	0	2	1.475
IsabeleNunes	0	3	3	1.700
JessicaBeninca	1	55	632	110.015
JoaoVictorSantos	0	6	26	3.250
JonasPenaflor	0	4	100	8.080
LeticiaRodriguesBueno	0	8	16	2.900
LucasLeiteSantos	0	0	7	1.000
MarianaPereiraOliveira	0	3	111	5.450
MateusMotta	0	0	13	1.225
MatheusdeOliveira	2	13	465	75.395
MileniSantosLima	0	7	54	7.775
RogerioJung	2	32	333	47.306
SuelemPauline	0	8	26	3.550
TaiseMachado	0	8	225	18.400
TaliaQuadros	0	2	17	2.025
ThainaSantosSilva	0	10	117	19.875
VictoriaSabrina	0	9	108	8.193
VitoriaFabiana	0	0	2	1.000
ZanildoJunior	0	0	13	1.719

Fonte: Imagem obtida da página do autor no site da *Khan Academy*.

Anexo 2

Figura 39 – Visualização do relatório de desempenho dos alunos da turma B.



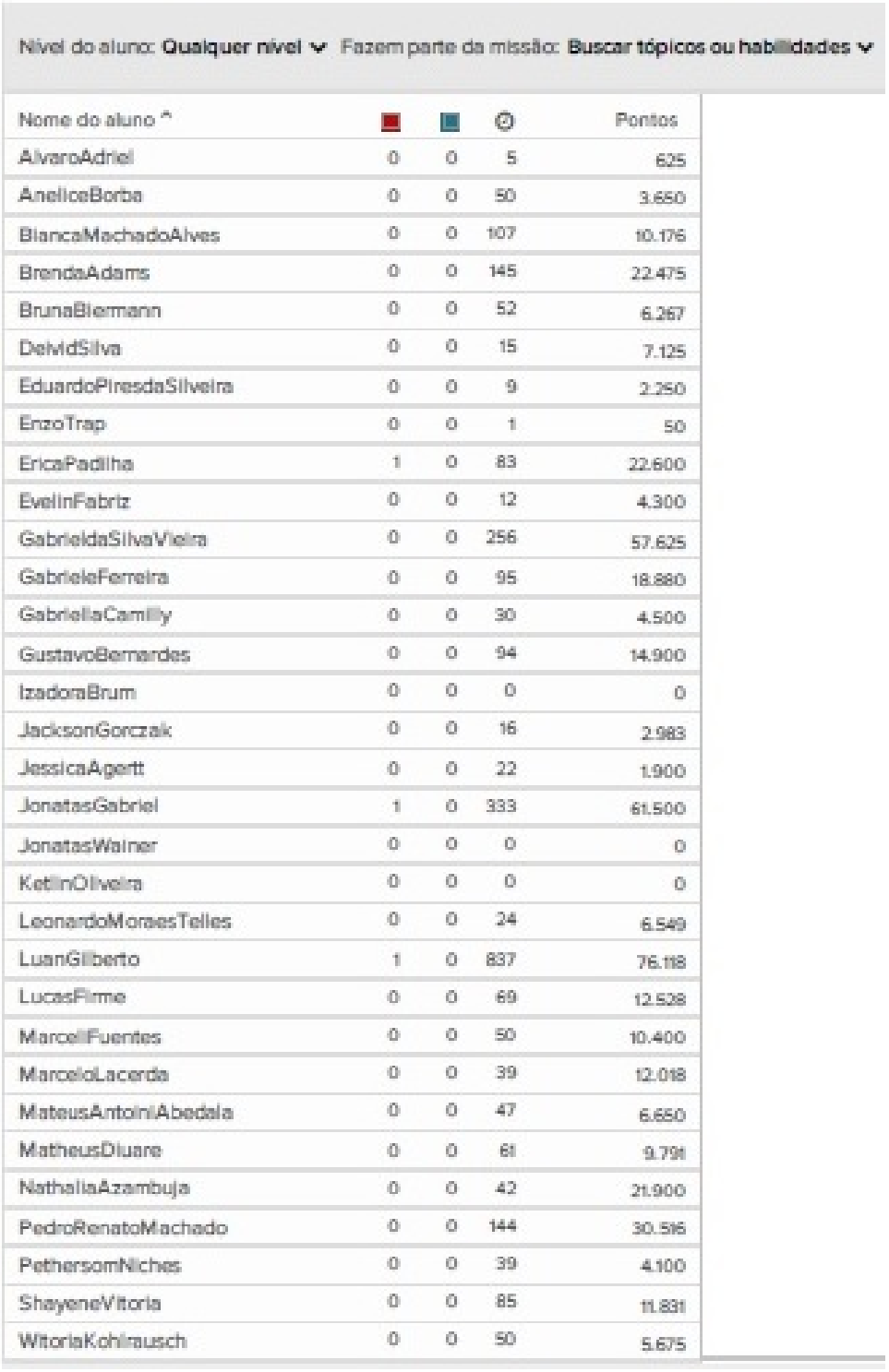
15/6/2014 Relatórios de tutor | Khan Academy

Nome do aluno	☐	☐		Pontos
AlessandraRamos	0	3	5	2.125
BrunaFelix	0	70	2.856	431.355
BrunoNascente	0	7	145	8.345
DimitryMachado	0	7	22	6.350
DouglasdosSantos	0	4	39	5.375
FernandoGomes	0	5	75	11.670
GiovanaGhilardi	0	6	131	14.725
JasmineSilvaTeixeira	0	9	209	38.065
KerolinAgertt	0	12	144	25.330
LeticiaMorales	2	9	410	76.474
LuanPinho	0	3	13	1.850
LucasMedina	0	10	180	50.985
MarceloSilveira	0	0	100	4.000
MarcusLeonardo	0	2	2	1.000
MarianaGomesBraz	0	0	614	71.610
MirelaAndreliza	0	0	0	1.000
MorganaOrtiz	0	2	27	1.000
OraraBunick	0	0	19	1.950
PamelaBatistaLima	0	9	149	11.825
PedroGuasselli	0	3	212	7.776
RaynaCardoso	0	0	242	12.057
RenatoIsaias	0	0	0	1.000
Stefanie Merten	0	8	102	20.565
VitoriaBueno	0	0	0	0
VitoriaDias	2	29	352	50.232
VitorRosenau	2	10	197	41.924

Fonte: Imagem obtida da página do autor no site da *Khan Academy*.

Anexo 3

Figura 40 – Visualização do relatório de desempenho dos alunos da turma C.



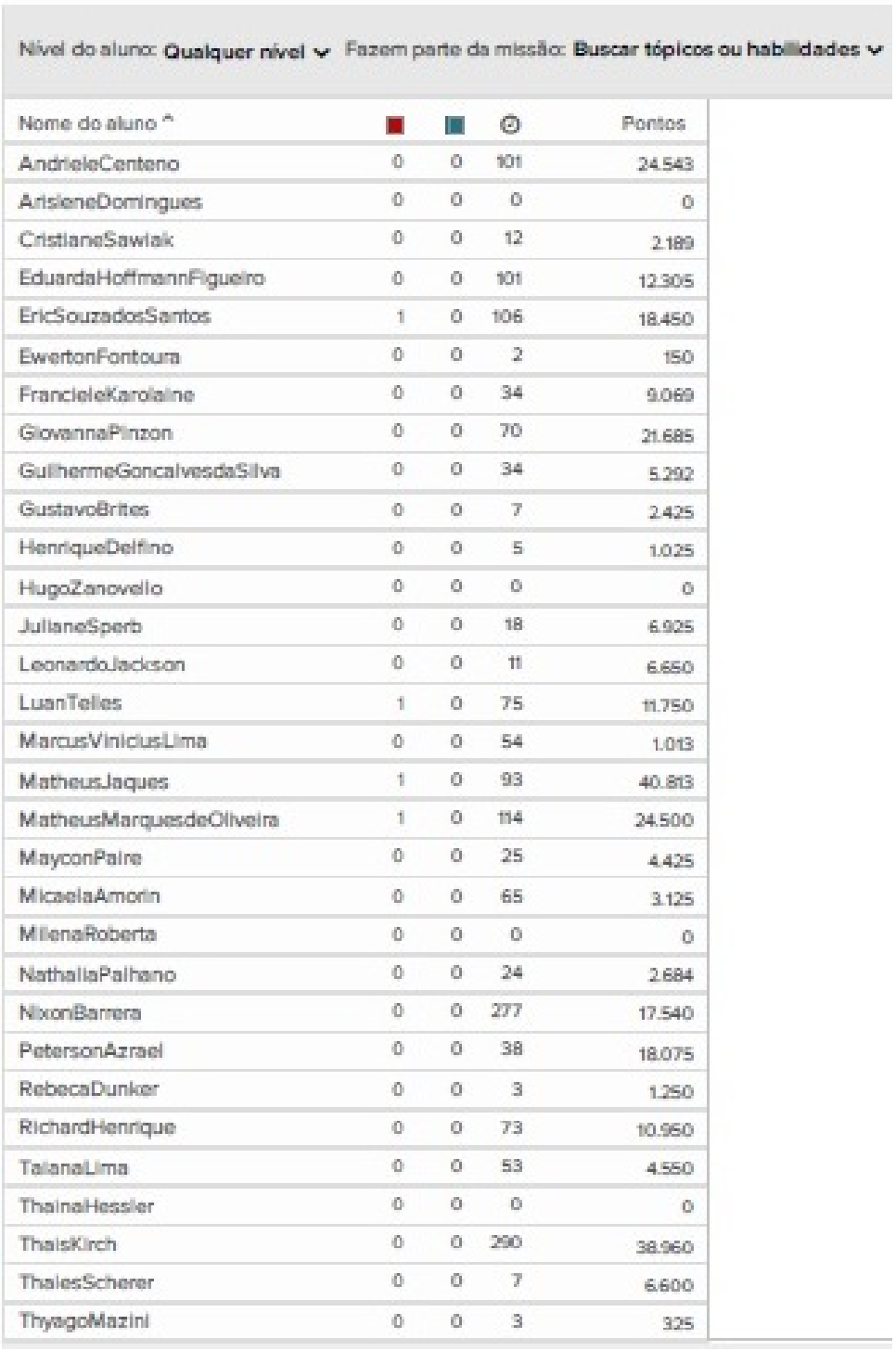
Nível do aluno: **Qualquer nível** Fazem parte da missão: **Buscar tópicos ou habilidades**

Nome do aluno				Pontos
AlvaroAdriel	0	0	5	625
AnelicaBorba	0	0	50	3.650
BiancaMachadoAlves	0	0	107	10.176
BrendaAdams	0	0	145	22.475
BrunaBiermann	0	0	52	6.267
DelvidSilva	0	0	15	7.125
EduardoPiresdaSilveira	0	0	9	2.250
EnzoTrap	0	0	1	50
EricaPadilha	1	0	83	22.600
EvelinFabriz	0	0	12	4.300
GabrieldaSilvaVieira	0	0	256	57.625
GabrieleFerreira	0	0	95	18.880
GabriellaCamilly	0	0	30	4.500
GustavoBernardes	0	0	94	14.900
IzadoraBrum	0	0	0	0
JacksonGorczak	0	0	16	2.983
JessicaAgertt	0	0	22	1.900
JonatasGabriel	1	0	333	61.500
JonatasWainer	0	0	0	0
KetlinOliveira	0	0	0	0
LeonardoMoraesTelles	0	0	24	6.549
LuanGilberto	1	0	837	76.118
LucasFirme	0	0	69	12.528
MarcelliFuentes	0	0	50	10.400
MarceloLacerda	0	0	39	12.018
MateusAntoniAbedala	0	0	47	6.650
MatheusDiuare	0	0	61	9.791
NathaliaAzambuja	0	0	42	21.900
PedroRenatoMachado	0	0	144	30.516
PethersomNiches	0	0	39	4.100
ShayeneVitoria	0	0	85	11.831
WitoriaKohlrausch	0	0	50	5.675

Fonte: Imagem obtida da página do autor no site da *Khan Academy*.

Anexo 4

Figura 41 – Visualização do relatório de desempenho dos alunos da turma D.



Nível do aluno: **Qualquer nível** Fazem parte da missão: **Buscar tópicos ou habilidades**

Nome do aluno				Pontos
AndrieleCenteno	0	0	101	24.543
ArisleneDomingues	0	0	0	0
CristianeSawiak	0	0	12	2.189
EduardaHoffmannFigueiro	0	0	101	12.305
EricSouzadosSantos	1	0	106	18.450
EwertonFontoura	0	0	2	150
FrancieleKarolaine	0	0	34	9.069
GiovannaPinzon	0	0	70	21.685
GuilhermeGoncalvesdaSilva	0	0	34	5.292
GustavoBrites	0	0	7	2.425
HenriqueDelfino	0	0	5	1.025
HugoZanovello	0	0	0	0
JulianeSperb	0	0	18	6.925
LeonardoJackson	0	0	11	6.650
LuanTelles	1	0	75	11.750
MarcusViniciusLima	0	0	54	1.013
MatheusJaques	1	0	93	40.813
MatheusMarquesdeOliveira	1	0	114	24.500
MayconPaire	0	0	25	4.425
MicaelaAmorin	0	0	65	3.125
MilenaRoberta	0	0	0	0
NathaliaPalhano	0	0	24	2.684
NixonBarrera	0	0	277	17.540
PetersonAzrael	0	0	38	18.075
RebecaDunker	0	0	3	1.250
RichardHenrique	0	0	73	10.950
TalanaLima	0	0	53	4.550
ThainaHessler	0	0	0	0
ThaisKirch	0	0	290	38.960
ThalesScherer	0	0	7	6.600
ThyagoMazini	0	0	3	325

Fonte: Imagem obtida da página do autor no site da *Khan Academy*.