

A FERRAMENTA INOVADORA CRIADA PELA KHAN ACADEMY NO ENSINO DA MATEMÁTICA ATRAVÉS DE MEIOS DIGITAIS

THE INNOVATIVE TOOL CREATED BY KHAN ACADEMY IN THE TEACHING OF MATHEMATICS THROUGH DIGITAL MEDIA

- **Lucas Pereira da Rosa** (UNICID – lucaseditor@gmail.com)

Resumo:

Este resumo expandido utiliza a análise de conteúdo como metodologia (BARDIN, 2009) para analisar sobre como a Khan Academy se utilizou dos princípios da Dificuldade Desejada (BJORK R. A., 1994) na criação de uma ferramenta que aumenta a capacidade de retenção da memória dos conteúdos estudados no seu curso de Matemática, através da aplicação de testes como substitutos da exposição/apresentação do conteúdo; da variação de condições para a prática; da intercalação dos tópicos; e do espaçamento entre as sessões de estudo. Concluiu-se que, utilizando o conhecimento da pesquisa de Psicologia Aplicada à Educação, para inovar no uso de tecnologias digitais como mídia e ferramenta educacional, a Khan Academy consegue melhorar tanto a performance quanto o aprendizado dos estudantes de matemática.

Palavras-Chave: *dificuldade desejável; falsa fluência; Khan Academy; curso online de matemática; psicologia aplicada à educação.*

Abstract:

This expanded summary uses content analysis as a methodology (BARDIN, 2009) to analyze how the Khan Academy used the principles of Desired Difficulty (BJORK R. A., 1994), to create a tool that improves the memory retention of the contents studied in their math course, through the application of tests as substitutes for the presentation/exposure of the content; of the variation of conditions for the practice; the intercalation of topics; and spacing between study sessions. Thus, using the knowledge of the Applied Psychology Education research, to innovate in the use of digital technologies as media and educational tool. In this way, the Khan Academy can improve both the performance and the learning of math students.

Keywords: *desirable difficulty; false fluency; Khan Academy; mathematics online course; psychology applied on education.*

1. Introdução

Neste resumo expandido será apresentada a forma com que a ferramenta utilizada no curso de Matemática da Khan Academy faz uso dos princípios da Dificuldade Desejável (BJORK, E.; BJORK, R., 2009) para criar uma ferramenta inovadora para o ensino de matemática, tanto na modalidade EAD, quanto no contexto da Sala de Aula Invertida.

A instituição desenvolveu uma ferramenta que utiliza princípios educacionais baseados em estudos da psicologia e neurologia, e, assim, potencializa tanto a recuperação de informação pelo cérebro logo após a exposição ao conteúdo (performance), quanto a retenção e armazenamento de informação a longo prazo, gerando a capacidade de

reaprendizado e recuperação dessa memória ao longo do tempo e de diversas situações, condições e contextos (de aprendizado).

2. A diferença entre performance e aprendizado

Segundo a psicologia, performance é o que podemos observar e medir durante instruções ou treinamentos. O aprendizado são mudanças profundas, mais ou menos permanentes, no conhecimento ou entendimento de alguém (BJORK, E.; BJORK, R., 2009).

É bastante comum confundir performance e aprendizado, já que ambos têm resultados bastante parecidos. A diferença é que a primeira permite a recordação de uma informação a curto prazo e em condições específicas, e a segunda a curto e longo prazo, em diferentes condições e oportunidades.

Em se tratando de como as memórias funcionam no nosso cérebro, a performance atual “está inteiramente ligada à capacidade de recuperação do momento” (CAREY, 2017, p. 58), enquanto o aprendizado exige que o armazenamento dessa memória seja mais forte, já que “a força do armazenamento retarda a perda (esquecimento) e aumenta o ganho (reaprendizado) da força de recuperação” (CAREY, 2017, p. 58).

E para melhorar o aprendizado de matemática, e fazer uma medição que permita o acompanhamento constante, evitando a ilusão que é dada pela medição da performance – como costuma acontecer com o uso de testes tradicionais – a equipe da Khan Academy desenvolveu uma ferramenta que faz uso dos princípios da Dificuldade Desejável, como descrito nos trabalhos de Elizabeth L. Bjork e Robert Bjork.

3. A falsa fluência

Fluência é quando conseguimos unir o domínio completo de uma competência, com velocidade de execução. Uma das formas mais conhecidas de exemplificar fluência, é quando alguém estudou uma língua estrangeira e consegue falar com a mesma desenvoltura, vocabulário, contextualização, gramática e em qualquer situação (domínio da competência) que um alguém que têm essa língua como materna, sem precisar parar para pensar em como construir as suas orações (velocidade) (BINDER et. al., 2002).

Um dos principais problemas que as pessoas que estão aprendendo enfrentam, é o de acreditar que já aprenderam sobre algo que estão estudando naquele momento. Por isso, é tão comum que as pessoas leiam sobre um dos tópicos da avaliação e acreditem que já se apropriaram daquele conhecimento, ao notar que conseguem recitar os tópicos estudados. E, tão comum quanto essa situação, é quando essas mesmas pessoas não entendem por que não se recordam do que estudaram, enquanto estão sendo testados um dia depois que leram e souberam recitar o conteúdo durante os seus estudos.

[...] informação vindo rapidamente a mente pode ser interpretada como evidência de aprendizado, mas ao invés disso pode ser um produto das pistas que estão presentes na situação de estudo, mas que dificilmente estarão presentes em outro momento. Nós também podemos ser enganados pela performance que temos no momento. (BJORK, E.; BJORK, R., 2009, p. 58)

Assim, sabemos que, ao recitar os tópicos estudados logo após o estudo, pode parecer uma demonstração de aprendizado, mas na verdade isso apenas demonstra que temos informações prontas para serem usadas naquele momento, sem nenhuma garantia de que ela poderá ser recuperada em diferentes épocas e condições.

Ao mesmo tempo, sabemos que algumas condições e rotinas podem aumentar a chance de recordarmos de algo, nas mais diferentes condições e épocas.

Essa ilusão de aprendizado, acaba criando a “falsa fluência”, pois o estudante que acreditava já ter aprendido o assunto estudado, é apresentado à uma situação na qual falha em demonstrar o domínio da competência quando testado em diferentes épocas, condições e tempos, descobrindo a real dimensão do seu aprendizado (CAREY, 2017).

4. Os princípios da Dificuldade Desejada

Então, como eliminar a falsa fluência, e permitir que o aluno tenha um aprendizado pleno e consiga recordar da informação em diversas épocas e situações? Através do uso de Dificuldades Desejáveis (BJORK, R., 1994), que incluem:

[...] variedades de condições de aprendizado, ao invés de as deixar constantes e previsíveis; intercalando a instrução em tópicos separados, ao invés de agrupar instruções por tópicos (chamado de blocagem); espaçando, ao invés de massificando, sessões de estudos sobre um determinado tópico; e usando testes, ao invés de apresentações, como eventos de estudo. (BJORK, E.; BJORK, R., 2009, p. 58)

Essas práticas levam a criação de Dificuldades Desejáveis, que servem como uma forma de – além da eliminação da falsa fluência (CAREY, 2017) – apresentar diversas condições de estudo e treinar o cérebro para se acostumar com essa variação, além de permitir que as conexões neurais se fortaleçam, fortalecendo as sinapses e aumentando a capacidade de recuperação de uma memória (MEDINA, 2014).

E, os princípios que constituem a criação de dificuldades desejáveis, são: a variação de condições para a prática; o espaçamento do estudo ou das sessões práticas; a intercalação dos tópicos; e o uso de testes, em substituição às apresentações, como eventos de aprendizado.

5. A ferramenta do curso de Matemática do Khan Academy

No curso de Matemática da Khan Academy, que foi criado para permitir o seu uso como uma ferramenta para EAD ou para a Sala de Aula Invertida, o seu principal diferencial é uma ferramenta que possui características compatíveis com os princípios da Dificuldade Desejável.

Metodologicamente, a análise do material de pesquisa, que é constituído da ferramenta utilizada no curso de Matemática da Khan Academy, foi realizada de acordo com os preceitos da análise de conteúdo conforme BARDIN (2009). Segundo a autora descreve, a análise de conteúdo é um conjunto de técnicas que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos para descrever conteúdos de mensagens.

Antes de compreendermos como se dá a aplicação dos princípios, é preciso compreender como a ferramenta e a plataforma funcionam.

5.1. O funcionamento da ferramenta do curso “World of Mathematics”, da Khan Academy

Na Khan Academy, o aluno tem duas opções no curso de Matemática: ou segue uma estrutura tradicional, acessando videoaulas, e apresentações de conteúdos e realiza testes sobre o conhecimento; ou utiliza a ferramenta que aplica testes e avalia automaticamente o desempenho dos estudantes.

E, quando os estudantes se depararem com um problema que não sabem como resolver, a ferramenta apresenta duas opções: ou provê dicas de como encontrar a resposta certa, ou redireciona para uma página com o vídeo de apresentação daquele conteúdo, como podemos ver nas imagens abaixo.

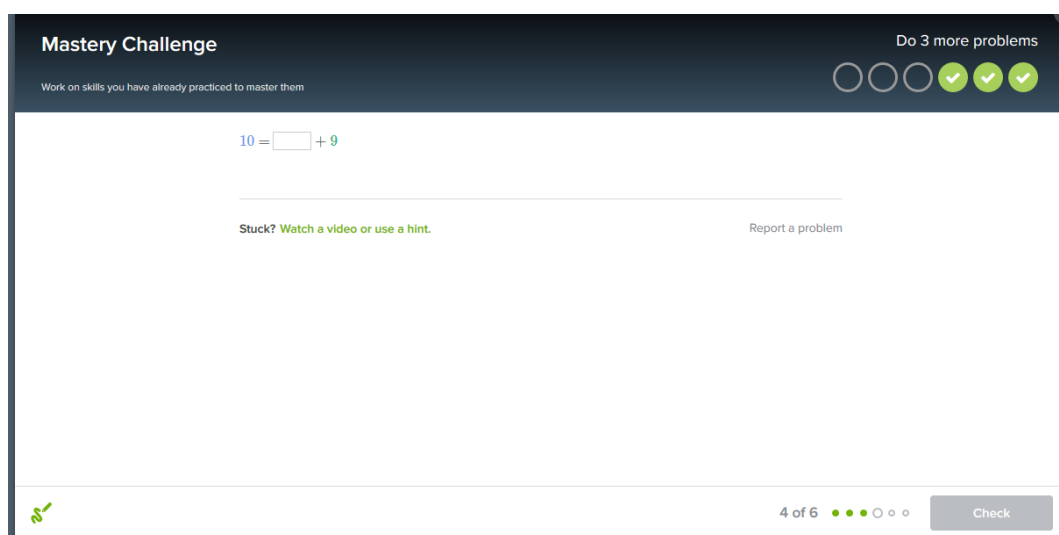


Figura 1. Uma questão apresentada na ferramenta do Khan Academy.

Fonte: Autoria própria

Caso saiba a resposta, basta responder. Caso não saiba, é possível escolher entre assistir uma videoaula sobre aquele tópico, sendo redirecionado para uma nova página, (Figura 2); ou ver uma dica (Figura 3).

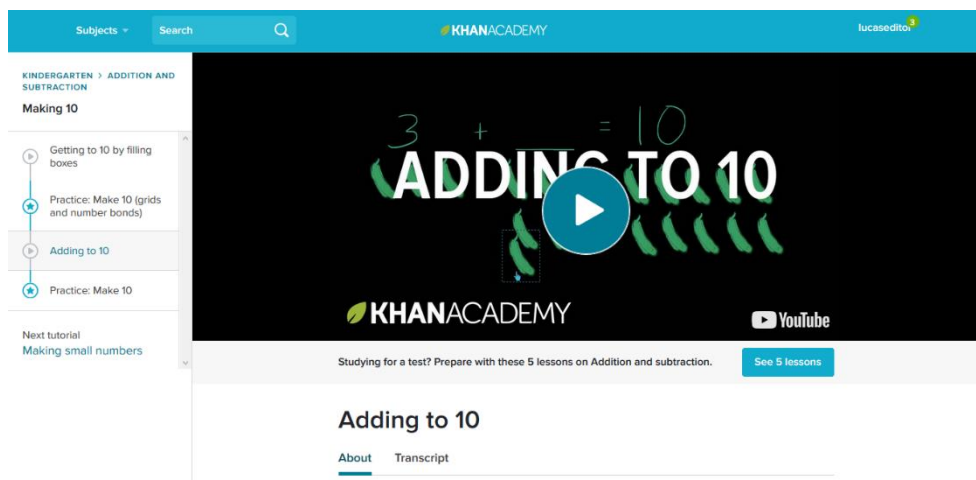


Figura 2. Nova página com a videoaula que ensina como resolver a questão do teste.
Fonte: Autoria própria

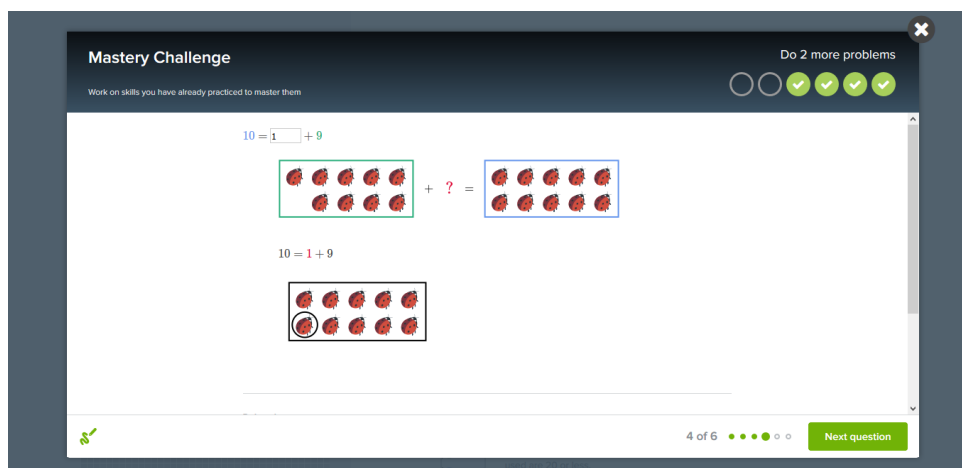


Figura 3. Abaixo da questão, aparecem dicas de como resolver o teste.
Fonte: Autoria própria

Assim podemos ver como a Khan Academy inova ao utilizar tecnologias comuns e bem estabelecidas no web design e das práticas de construção de páginas web, como o hiperlink, e um vasto banco de dados com diversas questões que são mostradas aleatoriamente para construir algo novo.

5.2. Como a ferramenta da Khan Academy se encaixa nos princípios da Dificuldade Desejável

A mais evidente aplicação de um dos princípios é o uso de testes em substituição à apresentação, como eventos de aprendizado. Dessa forma, é possível eliminar a falsa fluência, além de aumentar a capacidade de armazenamento e recuperação da memória.

Sabemos disso, porque pesquisas demonstraram que pessoas que foram testadas antes, e depois apresentadas ao conteúdo, tiveram um melhor desempenho em um segundo teste do que pessoas que aprenderam através de formas mais tradicionais.

[...] o ato de adivinhar envolveu sua mente de maneira diferente e mais rigorosa que a memorização direta, aprofundando a gravação das respostas corretas. Significa, em um português melhor ainda, que o pré-teste o fez absorver a informação de forma que o estudo tradicional não faz. (CAREY, 2017, p. 164)

E, apesar de esse ser o princípio mais aparente da Dificuldade Desejável, os demais também se fazem presentes na ferramenta da Khan Academy. Nas imagens a seguir, podemos ver a aplicação de mais um princípio, a Intercalação de Tópicos, já que em um mesmo conjunto de exercícios, a ferramenta usa o seu banco de dados de questões, para intercalar os tópicos do teste, ao invés de agrupar por assunto.

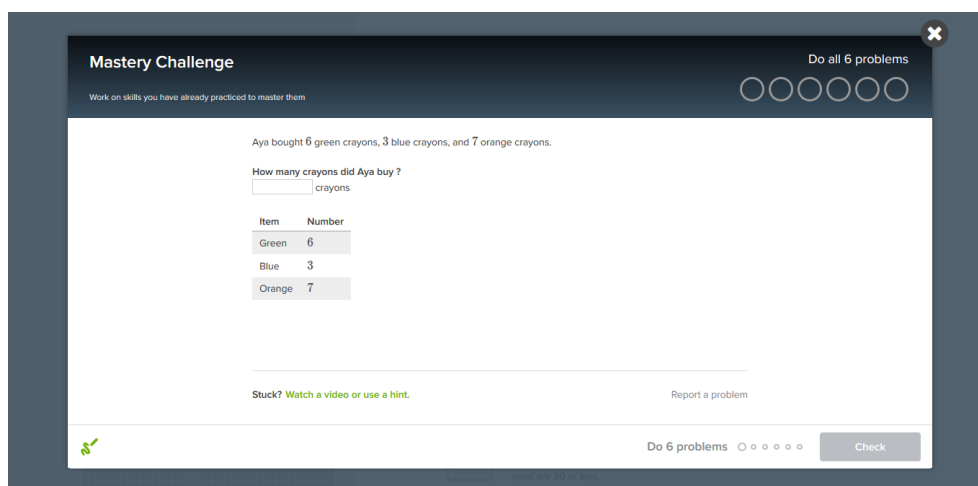


Figura 4. Teste 1, pergunta 1/4. Tópico: soma.

Fonte: Autoria própria



Figura 5. Teste 1, pergunta 2/4. Tópico: leitura de gráficos.
Fonte: Autoria própria

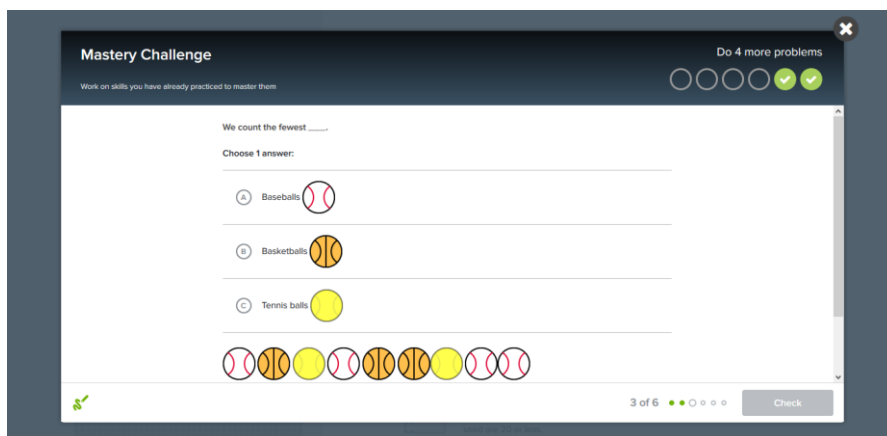


Figura 6. Teste 1, pergunta 3/4. Tópico: conjuntos.
Fonte: Autoria própria

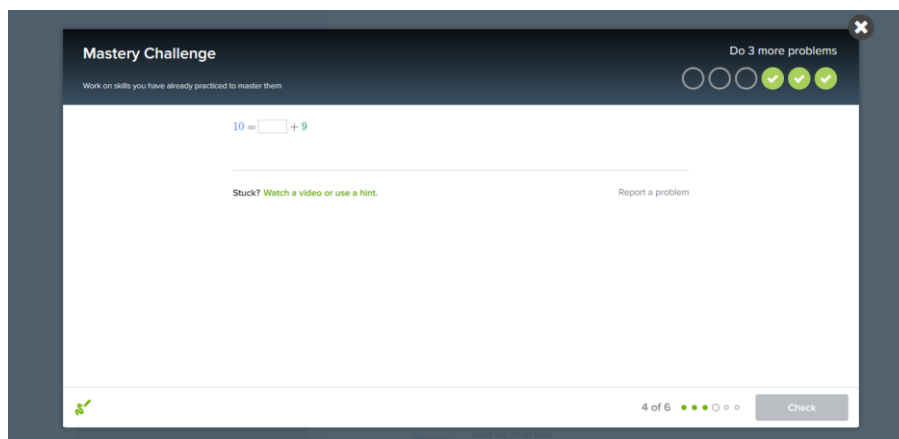


Figura 7. Teste 1, pergunta 4/4. Tópico: encontrar o número oculto.

Fonte: Autoria própria

Dessa maneira, a formação de uma memória mais forte é privilegiada, já que estudos demonstraram que alunos que estudam com a Intercalação de Tópicos, armazenam melhor o que aprenderam do que aqueles que aprenderam por blocos de conhecimento.

Em um clássico estudo sobre o assunto (SHEA; MORGAN, 1979), os alunos participantes foram divididos em dois grupos. Um, com práticas em blocos, e, o outro, com práticas aleatórias/intercaladas.

O grupo que praticou em blocos evoluiu mais rápido que o que o fez de forma aleatória/intercalada e, ao serem testados logo após a prática, obtiveram uma performance melhor. Mas, ao serem testados novamente, 10 dias depois, os participantes do grupo que teve práticas aleatórias/intercaladas foram muito melhores nos testes que apresentavam desafios aleatórios/intercalados e levemente melhores quando testados com os desafios em blocos (BJORK, E.; BJORK, R., 2009).

E, ao intercalar os tópicos, a ferramenta da Khan Academy promove o espaçamento do estudo, fazendo com que os alunos distribuam melhor o tempo de em cada assunto, otimizando o aprendizado.

Uma boa performance em um teste, precedido por uma noite inteira cheia de estudo é certamente recompensadora, mas pouco do que foi recuperado (na memória) do teste, será recuperável com o passar do tempo. Em contraste, uma agenda de estudos que espacia as sessões de um tópico em particular, pode produzir tanto uma boa performance em um exame, quanto a retenção de longo termo. (BJORK, E.; BJORK, R., 2009, p. 59)

E, por último, a variação da prática é apresentada através do uso do extenso banco de dados de questões utilizado pela Khan Academy. Nele, questões sobre o mesmo tópico, como adição, por exemplo, são apresentadas de diversas formas: através de números e símbolos, de problemas escritos por extenso, da mistura do uso de enunciados e imagens, etc.

Ao variar as regras e estímulos contextuais, aumentamos a força de armazenamento de uma memória, e “a ciência nos diz que, pelo menos quando se trata de retenção de novos fatos, os fatos subconscientes também são importantes” (CAREY, 2017, p. 93), e ao aumentarmos o número de contextualizações e lembranças que dão significado à nova memória, aumentamos a chance de lembrar dela ao longo do tempo, dificultando o seu esquecimento. Como, por exemplo, o fato de nos lembrarmos de uma música da infância, e sabermos citar alguns momentos em que ela esteve presente (contexto), mas ter dificuldade de lembrar do almoço do dia anterior (MEDINA, 2014).

6. Como a ferramenta da Khan Academy sabe quais questões escolher, para variar as condições, espaçar tópicos e intercalar assuntos nos seus testes

Através do seu sistema automatizado de avaliação, que verifica a proficiência do aluno nas habilidades treinadas, e utiliza esse teste para apresentar novas questões sobre os assuntos já vistos, e os novos tópicos que podem ser apreciados, a partir do momento que o aluno adquiriu fluência suficiente.

E o sistema não faz essa avaliação apenas para si. Ele demonstra para o estudante que acabou de fazer o teste, qual a sua proficiência nas habilidades testadas, assim que termina o teste. Além disso, na *Dashboard* do curso, há um gráfico na lateral esquerda, demonstrando o desenvolvimento do aluno no curso, utilizando tons de azul, que variam do mais claro (iniciante), para o mais escuro (proficiente).

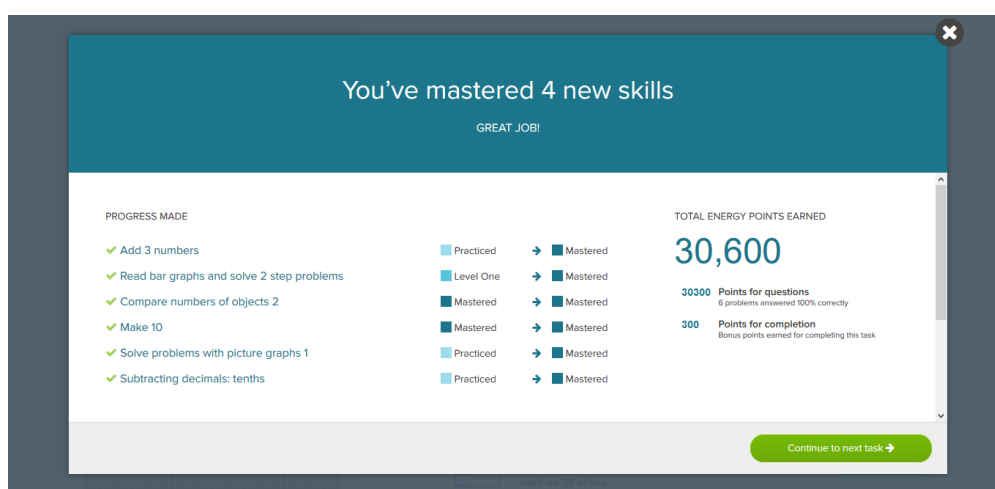


Figura 8. Ao final do teste, sabe-se os tópicos dominados.

Fonte: Autoria própria

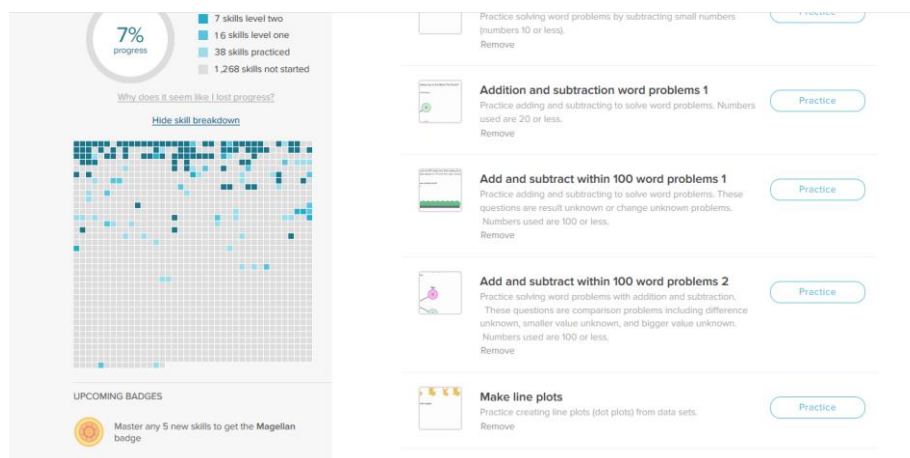


Figura 9. Gráfico presente na *Dashboard* com visão geral sobre o desenvolvimento de habilidades do aluno no momento do curso.

Fonte: Autoria própria

7. Conclusão

Ao utilizar uma ferramenta de testes para apresentar o conteúdo, e uma avaliação automática que permite que o sistema escolha em um grande banco de dados, quais questões apresentar, variando a ordem dos assuntos, a forma e o contexto, a Khan Academy se aproveita dos conhecimentos de estudos de Psicologia e Neurologia, para criar uma ferramenta de aprendizado. Essa ferramenta busca, sim, avaliar a performance do aluno, mas não simplesmente para verificar a sua capacidade de recuperação das memórias sobre determinado tópico, e sim para definir os próximos passos na busca do reforço da capacidade de armazenamento dessa informação no cérebro, oferecendo as melhores condições para que essa retenção seja mais forte, criando memórias mais duradoras e dando aos alunos, uma maior capacidade de recuperá-las após passado um longo tempo desde o seu estudo.

8. Referências

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. LDA: Lisboa. Ed. 70, 2009.

BINDER, C. et. al. Fluency: Achieving True Mastery in the Learning Process. **Professional Papers in Special Education**. University of Virginia: EUA, 2002, p.1-20.

BJORK, E. L.; BJORK, R. A. **Psychology and the Real World**. Worth Publishers: Basingstoke, 2009.

BJORK, R. A. **Memory and metamemory considerations in the training of human beings**. MIT Press: Cambridge, 1994.

CAREY, B. **Como Aprendemos: A Surpreendente Verdade sobre Quando, Como e por que o Aprendizado Acontece**. Elsevier Brasil: Rio de Janeiro, 2017.

MEDINA, J. **Brain Rules (Updated and Expanded): 12 Principles for Surviving and Thriving at Work, Home, and School**. Pear Press: Chicago, 2014.

SHEA, J. B.; MORGAN, R. L. Contextual interference effects on the acquisition, retention, and transfer of a motor skill. **Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory**. v.5, n. 2, 1979, p. 179-187.