



CADERNOS AUTOCORRETIVOS DE FRAÇÕES: DINÂMICAS DE USO E ENGAJAMENTO NA VERSÃO DIGITAL

Palavras-Chave: Ensino de frações, Aprendizagem assistida por computador, Freinet

Autores(as):

VICTÓRIA PINCINATO ANGELI, IMECC – UNICAMP

Prof. Dr. MARCELO FIRER (orientador), IMECC – UNICAMP

INTRODUÇÃO:

No ano de 2020, a equipe da residência pedagógica do curso de Licenciatura em Matemática da UNICAMP desenvolveu durante a pandemia de COVID-19 os *Cadernos Autocorretivos de Frações* (CACs), inspirados nos Cadernos Autocorretivos de Matemática (*Cahiers de Calcul*, na versão original [4]), utilizados na pedagogia Freinetiana [7], com o intuito de promover a autoaprendizagem significativa de frações.

A partir da criação e aplicação destes cadernos em sala de aula (virtual), surgem perguntas de pesquisa, possibilidades de estudo e exploração sobre os mesmos. Foi criado, então, um grupo de estudos para elaboração de projetos de Iniciação Científica de educação matemática voltados ao tema principal dos CACs, também sob orientação do professor Marcelo Firer. Neste grupo, estudamos diversos aspectos relacionados ao tema, como aproveitamento dos CACs, superação de *misconceptions* em frações e criação de uma versão digital dos CACs.

A criação e implementação dos CACs de Frações para um ambiente digital e online, além de tornar o acesso irrestrito a pessoas, permite o registro de resposta e arquivos de uso em geral (tempo de navegação em cada atividade) o que o torna uma ferramenta interessante de pesquisa: podemos estudar as dinâmicas de uso e engajamento dos estudantes usuários dos cadernos, sendo possível utilizar os resultados encontrados para contribuir para um aprimoramento do material.

O objetivo primário deste projeto é entender as dinâmicas de uso e o engajamento dos estudantes na utilização da versão digital dos CACs de frações. De modo mais específico, isto se divide em duas frentes: aprimorar os CACs e entender o engajamento e efetividade com alunos de diferentes perfis.

Uma hipótese a ser testada, fortemente baseada nos resultados de Barichello (2018) e Rau et al. (2010), é de que os alunos que possuírem menor conhecimento prévio ao uso dos CACs digitais apresentarão maior engajamento comparados aos alunos com maior conhecimento prévio. Isto é, o apelo das representações visuais (amplamente utilizadas nos CACs) é especialmente relevante para o ensino de alunos considerados (ou que se consideram) de baixo desempenho em matemática.

O estudo do uso da versão digital dos CACs permite estudar estas hipóteses com um número elevado de

alunos, em atividades de longo prazo, podendo eventualmente, além de corroborar ou refutar, estudar nuances deste tipo de impacto. Mais precisamente, permite estudar de que forma o perfil dos estudantes influencia no seu engajamento e na sua aprendizagem sobre fração.

Vale observar que tal proposta se trata de um projeto inicial cuja realização conduziria ao levantamento de novas questões passíveis de serem exploradas posteriormente com maior profundidade. O presente se insere em um conjunto de projetos de iniciação científica sobre o mesmo tema e depende da conclusão da versão digital (outro projeto de iniciação científica sob responsabilidade de outro bolsista) e de uma extensa coleta de dados.

METODOLOGIA E DESENVOLVIMENTO:

O trabalho inicial do projeto se deu pelo estudo e definição das variáveis, pessoais e de uso, e pela investigação da literatura existente a respeito de ensino de frações, engajamento e detecção de engajamento em ambientes de aprendizado on-line.

Em concordância com o que foi aprovado pelo comitê de ética, com a forma como são registrados os dados do IBGE e com o que consideramos ser de possível relevância para nossas investigações, foi decidido que as variáveis pessoais dos usuários a serem coletadas e analisadas seriam:

- Idade;
- Gênero;
- Raça/etnia;
- Ano escolar;
- Tipo de escola (particular, pública estadual, municipal, federal etc.);
- Rendimento em matemática.

O estudo da literatura (Barichello (2018), Rau et al. (2010)) nos leva a crer que os CACs digitais devem gerar mais engajamento em estudantes de baixo rendimento. Com relação a esta variável, nos deparamos com uma dificuldade em validar a mensuração do rendimento em matemática com um grupo teste já que isto, a princípio, envolveria coletar informações de muitos alunos menores de idade presencialmente, ou seja, fora do ambiente dos CACs.

A ideia inicial era coletar presencialmente a resposta de alunos de diferentes perfis e turmas à pergunta “Você se considera bom em matemática?”, de forma que cada aluno não tivesse acesso à resposta de nenhum colega, para que isso não o influenciasse, podendo a resposta ser “sim” ou “não”. Além disso, o professor de matemática destes alunos deveria responder “sim” ou “não” à pergunta “Este aluno é bom em matemática?” referente a cada estudante, novamente sem ter acesso às respostas dadas pelos alunos.

Obter autorizações explícitas e individuais de um responsável por cada um dos alunos seria inviável, pois demandaria muito tempo e ficaríamos reféns da disposição, memória e boa vontade de muitos estudantes. Apesar de ser possível garantir aos alunos que suas informações coletadas seriam anônimas e que seus nomes não seriam utilizados de forma alguma no projeto, a falta de um termo de consentimento livre e esclarecido poderia abrir brechas para possíveis complicações éticas.

A solução encontrada foi utilizar a função de “turmas” a ser implementada nos CACs digitais, na qual o professor consegue abrir uma turma e acompanhar e atribuir atividades aos seus alunos, de forma semelhante ao que é feito no *Moodle* ou no *Google Classroom*. É possível usar o próprio ambiente digital para coletar informações a respeito da percepção dos alunos e do professor sobre o rendimento de matemática dos estudantes, e utilizar estes dados para verificar se a autopercepção dos alunos é significativa, comparando as respostas dos alunos e dos professores e verificando se o índice de coincidência é alto. Desta forma, nos enquadrámos no que foi aprovado pelo comitê de ética.

O trabalho de Cocea e Weibelzahl (2009) nos direcionou a um rumo satisfatório a respeito de quais variáveis de uso trazem informações relevantes sobre o engajamento dos usuários. De acordo com os autores, para classificação do engajamento dos usuários em dois ambientes de aprendizado online distintos analisados, foram atributos determinantes:

- número de páginas acessadas;
- tempo médio gasto nas páginas;
- número de testes feitos;
- tempo médio gasto fazendo testes;
- número de testes respondidos corretamente;
- número de testes respondidos incorretamente.

Estes resultados nos dão base para afirmarmos que tais atributos são bons preditores do nível de engajamento do usuário em ambientes de aprendizado online e para utilizarmos em nosso projeto as informações do tempo gasto em cada atividade, sequência e teste, o número de atividades, sequências e testes concluídos e os números de acertos e erros para determinar o nível de engajamento dos usuários dos CACs digitais.

A caracterização do engajamento estudantil difundida por Fredricks et al. (2004) o divide em três dimensões: engajamento comportamental, cognitivo e emocional. Para além disso, Hu e Li (2017) defendem que as três dimensões estão intimamente ligadas e apresentam relações de implicação entre si, de forma que se um estudante demonstra uma das formas de engajamento, isto indica que ele deve também manifestar as formas de engajamento restantes.

Em nosso projeto, queremos ser capazes de detectar o nível de engajamento dos usuários dos CACs digitais a partir de seus padrões de comportamento dentro deste ambiente de aprendizagem. Dentre os métodos de avaliação e detecção do engajamento em ambientes de aprendizado online classificados e descritos por Dewan et al. (2019), iremos utilizar a análise dos arquivos *log*.

Em seu trabalho, Cocea e Weibelzahl (2009) utilizaram modelos de predição para detecção do nível de engajamento, nos quais os preditores são os atributos mencionados anteriormente e a variável resposta é qualitativa e corresponde ao nível de engajamento do usuário, podendo a resposta ser inicialmente “engajado” ou “desengajado” (posteriormente, a categoria “neutro” foi adicionada).

Foram utilizados oito métodos estatísticos de classificação e predição, sendo o diagnóstico da qualidade das modelagens e a comparação entre ajustes feitos a partir de medidas como acurácia, precisão, taxas de

verdadeiro-positivo e falso-positivo e erro médio absoluto. Os resultados mostraram que, dentre os oito métodos utilizados, os níveis de acerto são altos e não há diferença significativa entre métodos, ou seja, os métodos apresentam capacidades de predição semelhantes e satisfatórias. Desta forma, optamos por utilizar em nosso projeto métodos que já são familiares, a Classificação via Regressão e a Árvore de Decisão, utilizando o pacote estatístico *R* para realizar as análises.

Em Cocea e Weibelzahl (2009), o nível de engajamento foi modelado tendo como unidade amostral uma sequência de dez minutos de uso do sistema de aprendizado online. Como temos em nossos cadernos a divisão em sequências de atividades, em nosso projeto que a unidade amostral a ser analisada é uma sequência, ou seja, a cada sequência, é determinado se o usuário estava ou não engajado. Uma vez ajustados os modelos, é possível estudar os resultados sob, no mínimo, três ângulos:

- Analisar o comportamento de um mesmo usuário através das sequências. Isto é, durante a realização das sequências, verificar se o engajamento do usuário caiu ou aumentou;
- Avaliar os comportamentos de diferentes usuários para uma mesma sequência, ou seja, observar o nível de engajamento de diferentes usuários ao resolver uma mesma sequência de atividades;
- Comparar comportamentos de usuários com perfis semelhantes de diferentes e procurar por padrões que evidenciem influência das variáveis pessoais nos resultados dos modelos ajustados.

Os próximos passos seriam pesquisar mais e decidir como “regular” os modelos, isto é, quais são os comportamentos de um usuário engajado e de um usuário desengajado ao usar os CACs digitais, com relação às variáveis de uso que determinamos anteriormente, e tomar uma decisão sobre o uso da categoria “neutro” como resposta do modelo de classificação do nível de engajamento.

No trabalho de Cocea e Weibelzahl (2009), isto foi feito através de análise de três especialistas contratados para observar o comportamento de uma amostra de usuários e decidir se este estava “engajado” ou “desengajado”. Os três especialistas deveriam fazer esta análise individualmente e depois as respostas dos três deveriam coincidir. A categoria “neutro” foi justamente adicionada para que a concordância entre os especialistas aumentasse. No nosso caso, decidimos que uma categoria “neutro” não faz sentido, pois corremos o risco de que, ao introduzir uma categoria intermediária, muitas respostas acabem se concentrando nesta categoria.

Definir o padrão de uso e comportamento de um usuário engajado e de um usuário desengajado para podermos treinar os modelos que pretendemos utilizar tornou-se uma grande dificuldade. Conforme mencionado, Cocea e Weibelzahl (2009) empregam especialistas em psicologia e comportamento humano para realizar esta classificação inicial. No nosso caso, isto é impraticável, por questões financeiras, éticas e de cronograma.

Uma alternativa encontrada foi observar presencialmente um grupo teste utilizando os CACs de frações digitais, ou seja, estar presente no ambiente enquanto este grupo selecionado usa o sistema, e observar seus comportamentos físicos, classificando-os como engajados ou desengajados, e depois cruzar estas respostas com suas variáveis de uso dos cadernos para ajustar os modelos e encontrar padrões e estimar valores. Tal proposta apresenta algumas complicações, entretanto. Primeiramente, a presença de avaliadores no ambiente pode

influenciar o comportamento dos usuários dos cadernos digitais. Depois, para termos um nível razoável de significância, é possível que seja necessário usar uma amostra grande de usuários, com os mais variados perfis, para este grupo “teste”, o que também dificulta esta abordagem.

Outra alternativa que contemplamos foi aplicar os cadernos em sua versão física (impressa), observar os comportamentos dos usuários e tentar inferir resultados para a versão digital posteriormente. Chegamos a entrar em contato com professores interessados em utilizar os CACs em suas turmas, porém essa ação demandaria recursos (financeiros, logísticos e de tempo) não disponíveis, além de apresentar as mesmas complicações da primeira alternativa.

A maior dificuldade para realização do projeto foi a dependência de outros projetos para início da coleta de dados e realização das análises. O desenvolvimento e implementação de uma versão digital dos Cadernos Autocorretivos de Frações é um projeto extremamente trabalhoso por si só e envolve, atualmente, o trabalho de dois bolsistas, que conjuntamente têm desenvolvido o *front-end* e o *back-end* do sistema. Apesar dos encontros para alinhamento do que tem sido feito, atrasos e imprevistos invariavelmente ocorrem e, nestes casos, o cronograma e desenvolvimento deste projeto acabam sendo diretamente afetados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- [1] Barichello, L. (2018). An investigation into how low achieving secondary students learn fractions through visual representations. PhD thesis, University of Nottingham, United Kingdom.
- [2] Cocea, M. and Weibelzahl, S. (2009). Log file analysis for disengagement detection in e-learning environments. *User Modeling and User-Adapted Interaction*.
- [3] Dewan, M. A. A., Murshed, M., and Lin, F. (2019). Engagement detection in online learning: a review. *Smart Learning Environments*.
- [4] France, ICEM (2011). *Cahier de calcul: techniques opératoires*. Mouans-Sartoux (Alpes-Maritimes).
- [5] Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., and Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research*.
- [6] Hu, M. and Li, H. (2017). Student engagement in online learning: A review. In *2017 International Symposium on Educational Technology (ISET)*. IEEE.
- [7] Legrand, L. (2010). Célestin Freinet. Fundação Joaquim Nabuco Ed. Massangana, Recife.
- [8] Rau, M. A., Alevan, V., and Rummel, N. (2010). Blocked versus interleaved practice with multiple representations in an intelligent tutoring system for fractions. In *Intelligent Tutoring Systems*. Springer Berlin Heidelberg.