

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA**

**PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**

**Edital 04/2022**

*Autoria de Materiais Instrucionais para fins de Personalização da  
Aprendizagem com a Ferramenta CTAT - Cognitive Tutor Authoring Tool*

Orientador: (omitido para avaliação às cegas)

Aluno da UFABC: (omitido para avaliação às cegas)

Santo André, SP, Brasil

**Junho - 2022**

**Título do Projeto:** Autoria de Materiais Instrucionais para fins de Personalização da Aprendizagem com a Ferramenta CTAT - Cognitive Tutor Authoring Tool

**Resumo:** Apesar do avanço das tecnologias e das pesquisas em Inteligência Artificial na Educação os resultados ainda estão distantes da sala de aula, especialmente em países em desenvolvimento como o Brasil. O desconhecimento de ferramentas de autoria de conteúdos personalizáveis e a dificuldade de uso pelos educadores é um dos obstáculos para que a personalização da aprendizagem ainda seja incipiente. Um exemplo de ferramenta de autoria é o CTAT - *Cognitive Tutor Authoring Tool* que, segundo os criadores, tem como objetivo reduzir significativamente a quantidade de tempo necessária para criar um tutor e minimizar a necessidade de conhecimentos em programação de inteligência artificial. O software CTAT é gratuito para fins de pesquisa. Esse trabalho tem por objetivo geral explorar a ferramenta de autoria CTAT para a construção de materiais instrucionais personalizados. Os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos: (a) Realizar uma revisão de literatura a fim de identificar experiências da elaboração de materiais instrucionais com o CTAT; (b) Elaborar materiais instrucionais personalizáveis para uma disciplina (a ser definida); (c) Elaborar um tutorial para uso do CTAT, em linguagem acessível a educadores sem formação em programação; (d) Experimentar os materiais produzidos a partir da simulação de diferentes perfis de estudantes e analisar a eficiência da personalização.

**Palavras-Chave:** Personalização da Aprendizagem; Ferramentas de Autoria; CTAT

## 1. Introdução

Este projeto de pesquisa possui um apelo interdisciplinar ao abordar o estudo de ferramentas para apoiar a autoria de materiais instrucionais para fins de personalização da aprendizagem.

O modelo de sala de aula tradicional, no qual um único professor expõe conteúdos a diversos alunos, não consegue prover uma educação personalizada capaz de tratar as necessidades individuais de cada estudante. Por outro lado, a Educação mediada por tecnologias de informação através tem potencial para disponibilizar ao estudante o conteúdo adequado em função das suas próprias necessidades de aprendizagem (U.S.A 2010).

Segundo Kahiigi et al. (2008) a personalização da aprendizagem é definida como “uma abordagem de aprendizagem que facilita e suporta uma aprendizagem individualizada, na qual cada aluno tem um caminho de aprendizagem que atende suas necessidades e interesses, tornando esse caminho produtivo e significativo”.

O trabalho de Nabizadeh et al. (2020) apresenta um levantamento detalhado e atual sobre métodos de personalização e recomendação de trajetos de aprendizagem. Apesar dos muitos avanços tecnológicos a personalização da aprendizagem ainda não alcançou as salas de aula. Luckin et al (2016) afirmam que apesar de quase três décadas de trabalho, a AIED (Inteligência Artificial Aplicada à Educação) ainda é, em muitos aspectos, uma indústria caseira, e os benefícios e enorme potencial do campo permanecem não realizados. De acordo com Gomes (2013) a prática da personalização tem sido pouco disseminada possivelmente pela carência de **ferramentas de autoria** para a produção de conteúdos adaptativos que facilitem a criação de critérios de adaptação pelos próprios educadores.

Ferramentas de autoria para Sistemas Tutores Inteligentes (STI) são aplicativos com suporte a construção de STI, permitindo que usuários sem conhecimento de programação construam seus próprios tutores e estructurem o conhecimento (Murray 1999). O trabalho de Demerval et al (2018) apresenta uma revisão sistemática de literatura sobre ferramentas de autoria para o *design* de STI.

Um exemplo de ferramenta de autoria é o CTAT - *Cognitive Tutor Authoring Tool* (Aleven e Sewall, 2010). O CTAT é um sistema para a concepção de sistemas tutores inteligentes. Ele dispõe de diversas ferramentas para que qualquer pessoa, que não tenha

familiaridade com programação, consiga desenvolver o seu próprio sistema tutor (Seffrin, Rubi e Jaques, 2011). Segundo Koedinger et al. (2004), o desenvolvimento de um sistema tutor utilizando esta ferramenta garante um desenvolvimento ágil em comparação aos STI tradicionais, programados, pois a programação dos conteúdos é baseada em demonstrações.

O software CTAT, de Aleven e Sewall (2010) traz uma abordagem inovadora através da utilização de grafos de referência para guiar o aluno pelo problema. O CTAT também oferece mecanismos de remediação do erro, através do qual o autor pode intervir com mensagens sobre esses erros, por exemplo.

### **1.1. Objetivo da Pesquisa**

Esse trabalho tem por objetivo geral explorar a ferramenta de autoria CTAT para a construção de materiais instrucionais personalizados.

Para alcançar esse objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos:

- Realizar uma revisão de literatura a fim de identificar experiências da elaboração de materiais instrucionais com o CTAT;
- Elaborar materiais instrucionais personalizáveis para uma disciplina (a ser definida);
- Experimentar<sup>1</sup> os materiais produzidos a partir da simulação de diferentes perfis de estudantes e analisar a eficiência da personalização;
- Elaborar um tutorial para uso do CTAT, em linguagem acessível a educadores sem formação em programação;

### **1.2. Justificativa**

Apesar do avanço das tecnologias e das pesquisas em Inteligência Artificial na Educação os resultados ainda estão distantes da sala de aula, especialmente em países em desenvolvimento como o Brasil. A autoria de conteúdos é uma das atividades do professor especialista. O desconhecimento de ferramentas de autoria de conteúdos personalizáveis e a dificuldade em usá-las é, certamente, um dos obstáculos para que a personalização da aprendizagem ainda seja incipiente. Assim, justifica-se um trabalho que contribua para

---

<sup>1</sup> Idealmente esta experimentação será realizada com participantes voluntários (convidados). Caso não seja possível, o pesquisador e orientador realizarão a simulação a partir do desenho de diferentes perfis de escolhas.

disseminar o conhecimento nesta temática.

O jovem pesquisador terá a oportunidade de ser iniciado no processo da ciência que envolve: (a) revisar a literatura; (b) explorar materiais e métodos para a produção de elementos concretos (materiais instrucionais personalizáveis); (c) avaliar e analisar os resultados.

Sobre a disciplina que será objeto da produção de materiais instrucionais, a expectativa é que ela seja uma das disciplinas que o jovem pesquisador já tenha cursado na UFABC tendo, portanto, conhecimentos sobre o tema.

## **2. Referencial Teórico Preliminar**

Para o desenvolvimento dessa pesquisa de âmbito interdisciplinar faz-se necessário o estudo da ferramenta CTAT e suas aplicações.

A seguir uma breve descrição da ferramenta CTAT. O detalhamento da CTAT e suas aplicações serão objeto de aprofundamento durante a execução do projeto.

### **2.1. CTAT - Cognitive Tutor Authoring Tool**

O CTAT<sup>2</sup> (VICENT, MCLAREN, et al., 2006) é uma ferramenta que se destina a facilitar a criação de cursos online através do aprendizado por ação, pelas interações do próprio aluno, mantendo registro de como os estudantes interagem com os materiais. Esta ferramenta auxilia na criação de dois tipos de tutores - Tutores Cognitivos e Tutores Example-Tracing.

Os **Tutores Cognitivos** se baseiam em um modelo cognitivo baseado em regras, permitindo a autonomia em decidir, pois seu conhecimento está baseado em regras de produção. Os **Tutores Example-Tracing** (rastreamento de exemplo) são uma categoria de tutor que fornecem estas mesmas funcionalidades sem requisitar programação alguma, baseando-se em exemplos de ações e comportamentos do aluno ao resolver problemas do domínio. Na abordagem baseada em exemplos, o autor do sistema vai demonstrando comportamentos corretos e incorretos de um aluno no sistema. Destes exemplos gravados, o autor pode generalizar e fazer anotações, para que possam servir de base para tutores

---

<sup>2</sup> <http://ctat.pact.cs.cmu.edu/>

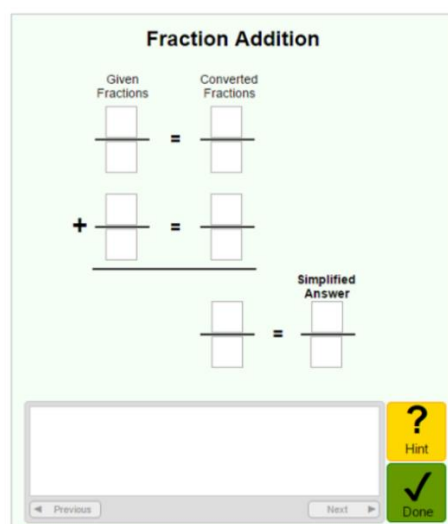
baseados em exemplos ou ainda para guiar o desenvolvimento e testes de um modelo cognitivo utilizado por um Tutor Cognitivo (Damasceno, 2011).

O CTAT tem como objetivo reduzir significativamente a quantidade de tempo necessária para criar um tutor e minimizar a necessidade de conhecimentos em programação de inteligência artificial. O software CTAT é gratuito para fins de pesquisa. As ferramentas necessárias para usar o CTAT são: um navegador de Internet (Firefox, Chrome etc), e um repositório (Google Drive ou Dropbox). Se estiver interessado em criar regras de produção, será necessário um editor (por exemplo, Eclipse).

De acordo com Damasceno (2011) o CTAT possui os seguintes componentes básicos:

- **Construtor de GUI** – utilizado para criar a interface para o estudante, um ambiente de solução de problemas em que o aluno interage com o tutor. Suporta esta criação sem programação, com o uso de *drag and drop*.
- **Gravador de Comportamento** – Ferramenta central com três funções: Grava exemplos de comportamento correto/incorreto na resolução de problemas; Implementa a função de *Example-Tracing*; Fornece suporte para planejar e testar modelos cognitivos.
- **Editor Externo:** Editor que possibilita a criação e inspeção de regras do tipo Jess para o modelo cognitivo. O plug-in para a plataforma Eclipse oferece funções de correção de sintaxe e auto-completar.

A figura 2.1 apresenta a interface de aluno de um Tutor Example-Tracing para o problema de problema de adição de fração  $1/4 + 1/6$ .



A interface do estudante para a adição de frações, intitulada "Fraction Addition". Ela apresenta uma estrutura para resolver o problema  $1/4 + 1/6$ . No topo, há duas colunas: "Given Fractions" e "Converted Fractions". Abaixo delas, há uma linha para a soma:  $\frac{\square}{\square} + \frac{\square}{\square} = \frac{\square}{\square}$ . Abaixo disso, há uma linha para a resposta simplificada:  $\frac{\square}{\square} = \frac{\square}{\square}$ . No canto inferior direito, há um botão amarelo com um ponto de interrogação e o texto "Hint", e um botão verde com um símbolo de checkmark e o texto "Done". No canto inferior esquerdo, há botões "Previous" e "Next".

Figura 2.1. Interface do Estudante para a adição de Fração - Fonte: CTAT (2020)

Um Tutor de rastreamento de exemplo é composto principalmente de uma interface do aluno e um gravador do grafo de comportamento (Behavior Recorder graph - BRD file) que armazena dados sobre o problema atual. Ao criar um Tutor de rastreamento de exemplo, a interface do aluno e o CTAT devem estar em execução, pois eles se comunicam durante o processo de criação.

A figura 2.2 apresenta a interface de autoria que permite diversas funcionalidades como por exemplo, adicionar feedback para ações corretas ou incorretas, além de dicas.

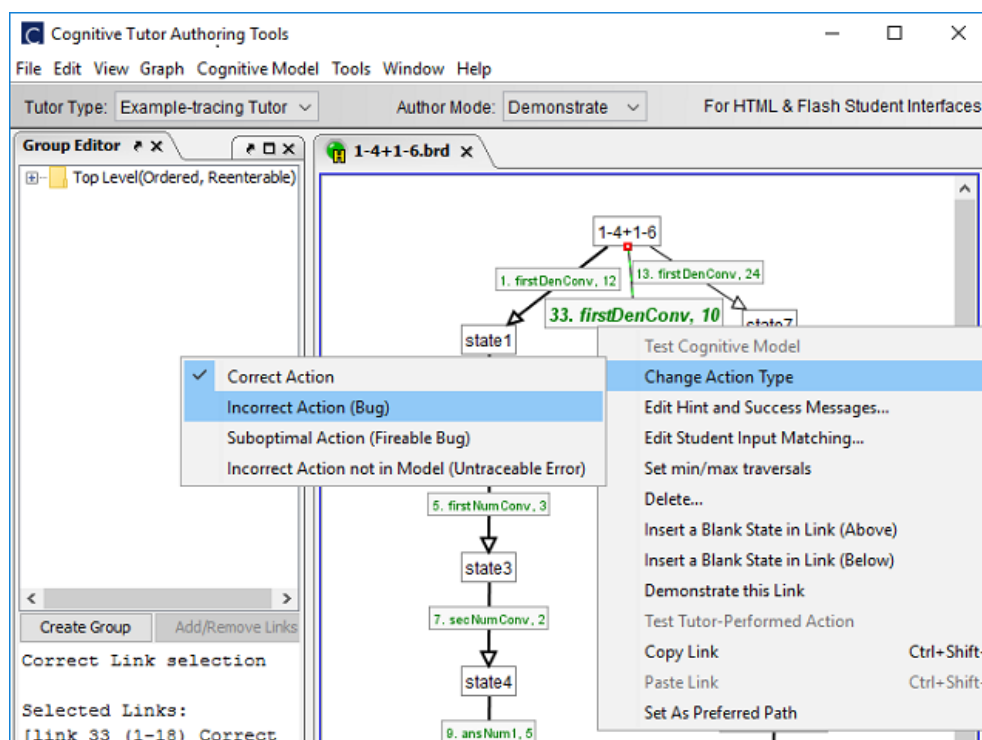


Figura 2.2. Interface de Autoria - Fonte: CTAT (2020)

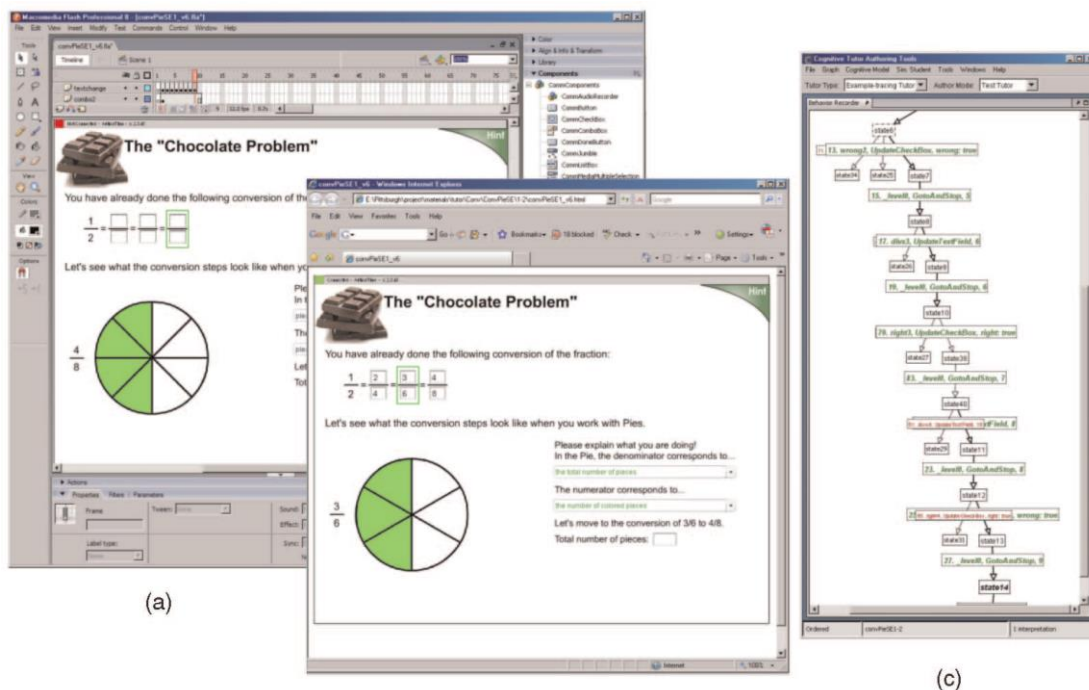
## 2.2. Aplicações do CTAT

Aleven, McLaren e Sewall (2010) utilizaram o CTAT para desenvolver um sistema tutor de matemática, utilizando o modelo de programação por demonstração. Na interface deste tutor é demonstrado o exercício a ser realizado, bem como os possíveis acertos e erros que podem ser cometidos, que são organizados no grafo de comportamento (behavior graph). Para cada nodo do grafo, etapas possíveis de solução ou erro, são associadas a habilidades e

ajudas possíveis (de resolução ou feedback de erro). Em outras palavras, todos os possíveis caminhos que o aluno poderá seguir estão definidos explicitamente no grafo de comportamento (Seffrin e Jaques, 2011).

A figura 2.3 apresenta o uso do CTAT para criar um tutor de rastreamento de exemplo por meio de programação por demonstração. Veja as 3 partes da figura (a, b, c):

- (a) Depois de criar uma interface por meio de arrastar e soltar técnicas, sem programação;
- (b) um autor executa a interface e demonstra o comportamento correto e incorreto;
- (c) O CTAT registra as etapas em um gráfico do comportamento e posteriormente utiliza este gráfico, devidamente generalizado pelo autor, como modelo para avaliação do comportamento dos alunos.



**Figura 2.3. Exemplo de Tutor de Rastreamento – Fonte: Aleven, McLaren e Sewall (2009)**

Neves et al (2018) desenvolveram e utilizaram um tutor no CTAT com o propósito de responder às seguintes questões: (a) É possível a realização de um diálogo colaborativo, na disciplina de Língua Portuguesa, em ambiente controlado por computadores? (b) Os diálogos colaborativos, com o uso de um tutor cognitivo, interferem na aprendizagem dos alunos?

Um exemplo da tela de interface no CTAT é apresentada na figura 2.4





Figura 2.4. Exemplo de Tutor de Diálogos – Fonte: das Neves (2018)

### 3. Metodologia e Cronograma

Este projeto de pesquisa será desenvolvido de acordo com as seguintes etapas:

- Levantamento e aprofundamento bibliográfico;
- Instalação e estudo da ferramenta CTAT;
- Produção de materiais instrucionais personalizáveis no CTAT;
- Elaboração de um tutorial para uso do CTAT;
- Executar uma experimentação com os materiais instrucionais produzidos a fim de avaliar a eficácia do material produzido em termos de personalização.

Este projeto foi delineado de forma que possa ser integralmente executado no decorrer de **12 meses**, conforme previsto no edital. O cronograma da Tabela 1.1 está escalonado na forma de Atividade/Mês, apresentando o tempo previsto para a realização das atividades propostas na metodologia.

**Tabela 1.1 Cronograma**

ATIVIDADES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Set/22	Out/22	Nov/22	Dez/22	Jan/23	Fev/23	Mar/23	Abr/23	Mai/23	Jun/23	Jul/23	Ago/23
<b>Aprofundamento Referencial Teórico</b>	X	X	X	X								
<b>Instalação e estudo da ferramenta CTAT;</b>		X	X	X	X							
<b>Produção de materiais instrucionais personalizáveis no CTAT</b>					X	X	X					
Elaboração de um tutorial para uso do CTAT;						X	X	X				
Execução da experimentação								X	X	X		
<b>Redação de Relatórios Parciais</b>							X	X				
<b>Elaboração de Artigo para Comunicação</b>										X	X	X
<b>Redação do Relatório Final</b>										X	X	X

#### 4. Recursos Necessários

Estima-se a necessidade dos seguintes recursos adicionais para a execução do projeto:

- **Recursos Computacionais**

Serão utilizados os computadores dos laboratórios de Informática ou de Laboratórios de Pesquisa do CMCC em horários em que estes recursos estejam disponíveis e Softwares já disponíveis na instituição ou de uso livre e gratuito.

- **Papel / Impressão / Xerox**

Impressora, papel e cartuchos de tinta para a impressão de artigos e relatórios.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aleven, V., & Sewall, J. (2010). Hands-on introduction to creating intelligent tutoring systems without programming using the cognitive tutor authoring tools (CTAT). In Proceedings of the 9th International Conference of the Learning Sciences-Volume 2 (pp. 511-512).
- Aleven, V., McLaren, B. M., & Sewall, J. (2009). Scaling up programming by demonstration for intelligent tutoring systems development: An open-access web site for middle school mathematics learning. *IEEE transactions on learning technologies*, 2(2), 64-78.
- CTAT - Cognitive Tutor Authoring Tool (2020). Disponível em <http://ctat.pact.cs.cmu.edu/>. Acesso em 07/08/2021.
- Kahiigi, E. K., Ekenberg, L., Hansson, H., Tusubira, F., and Danielson, M. (2008). Exploring the e-learning state of art. *EJEL*, 6(2).
- Damasceno, F. R. (2011). Concepção e desenvolvimento do agente tutor e modelo de aluno no ambiente inteligente de aprendizagem PAT2MATH. Dissertação de Mestrado. Unisinos.
- Dermeval, D., Paiva, R., Bittencourt, I. I., Vassileva, J., & Borges, D. (2018). Authoring tools for designing intelligent tutoring systems: a systematic review of the literature. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 28(3), 336-384.
- Gomes, Eduardo Henrique (2013). Personalização do E-Learning Baseado no Nível de Aquisição de Conhecimentos do Aprendiz. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do ABC.
- Koedinger, K. R.; Aleven, V.; Heffernan, T.; McLaren, B.; Hockenberry, M. (2004). Opening the Door to Non-Programmers. In: Proceedings of 7th ITS. Maceio, Brazil
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). Intelligence unleashed: An argument for AI in education.
- Murray, T. (1999). Authoring intelligent tutoring systems: An analysis of the state of the art. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 10:98–129.
- Nabizadeh, A. H., Leal, J. P., Rafsanjani, H. N., & Shah, R. R. (2020). Learning path personalization and recommendation methods: A survey of the state-of-the-art. *Expert Systems with Applications*, 159, 113596.
- Neves, S., Barros Filho, C. A. C., Prata, D. N., & França, G. (2018). O USO DE SISTEMAS INTELIGENTES DE TUTORIA COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA. *Humanidades & Inovação*, 5(7), 223-234.
- Seffrin, H., Rubi, G., & Jaques, P. (2011). O modelo cognitivo do sistema tutor inteligente pat2math. In Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE) (Vol. 1, No. 1).
- U.S.A, D. E. (2010). National Education Technology Plan 2010. Washington, DC.