

Análise do efeito de dicas especializadas de tutoria no ensino de introdução à programação

Maurício Vieira Dias Júnior¹, Luiz Antonio Lima Rodrigues², Seiji Isotani²

¹ Pós-Graduação EAD em Computação Aplicada à Educação (ICMC/USP)

² Universidade de São Paulo (USP)

INTRODUÇÃO

- Desde 2010, lacunas notáveis no quesito de avaliação de ferramentas (compiladores/interpretadores) na área de depuração e erros de código-fonte (Luxton-Reilly et al., 2018);
- Raros estudos, que tem o intuito de comprovar se há algum efeito (positivo/negativo/neutro), não encontra-se convergência de resultados (Denny, Luxton-Reilly e Carpenter, 2014) (Becker et al., 2016);
- Relevância do tema para o aprimoramento das práticas pedagógicas docente no ensino de introdução à programação (EIP) (Robins, Rountree e Rountree, 2003) (Qian e Lehman 2017) (Bruce, 2018) (Lahtinen, Ala-Mutka e Järvinen, 2005) (Khouri, Santos e Barbosa, 2020);
- Potencial dos sistemas tutores inteligentes (STI) em oferecer auxílio passo-a-passo para proporcionar dicas de um determinado fragmento de conhecimento específico do modelo de domínio, denominado componente de conhecimento (CC) (VanLehn, 2006) (VanLehn 2011).

Questão de Pesquisa [QP]:
há diferença no desempenho de tarefas entre os tipos de dicas (DET e DPC)* usando STI para o EIP?

*Dicas Especializadas de Tutoria (DET) e Dicas Padrões do Compilador (DPC)

TRABALHOS RELACIONADOS

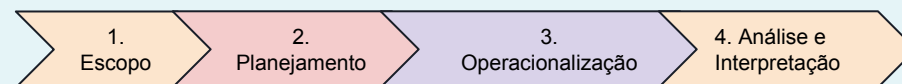
Autores(ano)	Ferramenta	Efeito (Abordagem(ns))
Denny et al. (2020)	Ferramenta online (C)	Positivo (Quali-Quanti)
Marwan et al. (2019)	iSnap (Blocos)	Positivo (Quali-Quanti)
Pettit et al. (2017)	Front-end C++ para GCC	Neutro (Quali-Quanti)
Becker et al. (2016)	Decaf (Java)	Positivo (Quali-Quanti)
Antonucci et al. (2015)	AutoTeach (Eiffel)	Positivo (Quali)
Denny et al. (2014)	Módulo no CodeWrite (Java)	Neutro (Quanti)

OBJETIVOS

- **[OP]** analisar os tipos de dicas para fins de comparação com relação ao desempenho discente na resolução de questões-problemas de algoritmos computacionais do ponto de vista docente no contexto dos discentes em EIP
- **[OE1]** planejar e realizar experimento com discentes em STIs com os tipos de dicas;
- **[OE2]** avaliar a proporção de etapas com solicitações de dica, mas sem respostas incorretas;
- **[OE3]** avaliar proporção de etapas com respostas incorretas e solicitações de dicas;
- **[OE4]** avaliar o tempo médio/real gasto por problema.

MATERIAS E MÉTODOS

★ Etapas do processo de um experimento (Wohlin et al., 2012):



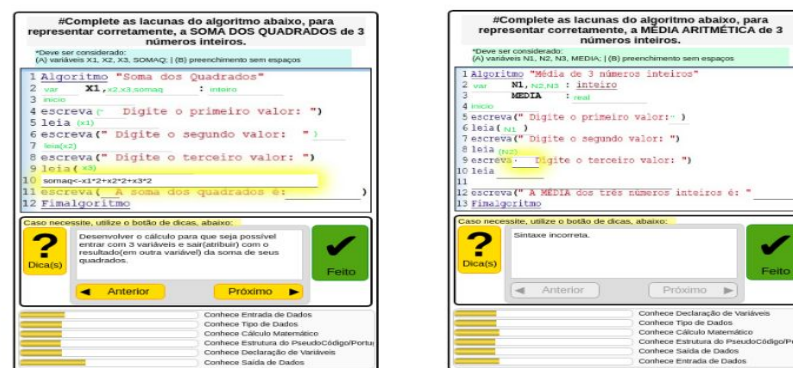
- ② **Seleção do Contexto:** discentes executando problemas reais e específicos sobre o assunto de estruturas sequenciais de algoritmos computacionais;
- **Variáveis: Independente** (mensagens de dica) com os seguintes tratamentos: com DET e com DPC e **dependente** (desempenho discente na resolução de tarefas);
- **Formulação de Hipóteses:** comparações com base nas métricas **M1** (proporção de etapas com solicitações de dica, mas sem respostas incorretas), **M2** (proporção de etapas com respostas incorretas e solicitações de dicas) e **M3** (tempo médio/real gasto por problema (em segundos)) para DET e DPC:

$$M1 \begin{cases} H_{0.1}: M_{1.DET} = M_{1.DPC} \\ H_{1.1}: M_{1.DET} > M_{1.DPC} \end{cases} \quad M2 \begin{cases} H_{0.2}: M_{2.DET} = M_{2.DPC} \\ H_{1.2}: M_{2.DET} < M_{2.DPC} \end{cases}$$

$$M3 \begin{cases} H_{0.3}: M_{3.DET} = M_{3.DPC} \\ H_{1.3}: M_{3.DET} < M_{3.DPC} \end{cases}$$

*Sendo esperado para M1, M2 e M3 comparações de nível de significância (α) de 0,05, para aceitar ou rejeitar as hipóteses.

- **Seleção dos sujeitos:** discentes do 1º ano do ensino técnico do curso de informática do Instituto Federal de Alagoas (IFAL);
- **Design do experimento:** foi aplicado o within-subject design, que separou em dois grupos de forma aleatória, usando o counterbalancing para mitigar problemas do design;
- **Instrumentação:** criação dos STIs foi utilizado o *Cognitive Tutor Authoring Tools* (CTAT), foram desenvolvidos 2 STIs do tipo rastreador de exemplos/padrões:



(a) STI com DET da questão SomaDosQuadrados

(b) STI com DPC da questão Média3NumerosInteiros

Figura 1. STIs desenvolvidos para o experimento

- ③ **Preparação:** discentes convidados a participar do experimento, durante a aula, sob o incentivo de 0,5 ponto extra no bimestre. Comitê de ética nº processo: 37474720.0.0000.5013;
- **Execução:** foi utilizado o LMS TutorShop, para hospedar de forma online e gratuita os STIs desenvolvidos, gerando dados (logs) de progressão de uso, cada questão-problema teve 15 minutos de duração. No total n=42 participantes efetivos.

RESULTADOS

- Nas comparações das métricas (M1, M2 e M3) entre as hipóteses alternativas (H 1.1 , H 1.2 e H 1.3) e as hipóteses nulas (H 0.1 , H 0.2 e H 0.3), sugere-se que **não se tem evidência para rejeitar as hipóteses nulas** das três métricas definidas;
- O resultado deste estudo se junta a outros relacionados de **efeito neutro**, sendo este puramente de abordagem quantitativa;
- Respondendo a [QP] deste estudo **não** há diferença no desempenho de tarefas entre os tipos de dicas usando STI para o EIP;
- Abordou nas tarefas dos participantes, **puramente o pseudocódigo**, representando assim, uma contribuição inédita e relevante;
- Foi possível detectar neste estudo, mesmo que os participantes não tenham lido atentamente a dica, **pelo menos se foi feita a solicitação** para este recurso pelos participantes, tendo além do espaço das **dicas em destaque**;
- Quesito de **confirmação de utilização das dicas**, representa outra relevante contribuição para os estudos da área, já que as métricas M1 e M2 estavam diretamente relacionadas às proporções de etapas com solicitações efetivas de dicas;
- Limita-se por **não haver indícios de quanto a categorização** das DET são pedagogicamente úteis;
- Assume-se que a **abordagem qualitativa não realizada neste estudo**, poderia apresentar alguma relevância.

REFERÊNCIAS

- Antonucci, Paolo et al. (2015). "An incremental hint system for automated programming assignments". Em: Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education, ITICSE 2015-June, pp. 320–325.
- Becker, Brett A. et al. (2016). "Effective compiler error message enhancement for novice programming students". Em: Computer Science Education 26.2-3, pp. 148–175.
- Bruce, Kim B. (2018). "Five big open questions in computing education". Em: ACM Inroads 9.4, pp. 77–80.
- Denny, Paul, Andrew Luxton-Reilly e Dave Carpenter (2014). "Enhancing syntax error messages appears ineffectual". Em: ITICSE 2014 - Proceedings of the 2014 Innovation and Technology in Computer Science Education Conference, pp. 273–278.
- Denny, Paul, James Prather e Brett A. Becker (2020). "Error Message Readability and Novice Debugging Performance". Em: Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education, ITICSE, pp. 480–486.
- Khouri, Cátia Mesquita Brasil, Gidevaldo Novais dos Santos e Maria Silva Santos Barbosa (2020). "Mapeamento Sistemático em Metodologias de Ensino-aprendizagem de Programação". Em: pp. 13–27.
- Lahtinen, Essi, Kirsti Ala-Mutka e Hannu Matti Järvinen (2005). "A study of the difficulties of novice programmers". Em: Proceedings of the 10th Annual SIGCSE Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education, pp. 14–18.
- Luxton-Reilly, Andrew et al. (jul. de 2018). "Introductory programming: A systematic literature review". Em: Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education, ITICSE. Association for Computing Machinery, pp. 55–106.
- Marwan, Samiha, Joseph Jay Williams e Thomas Price (2019). "An evaluation of the impact of automated programming hints on performance and learning". Em: ICER 2019 - Proceedings of the 2019 ACM Conference on International Computing Education Research Study 2, pp. 61–70.
- Pettit, Raymond, John Homer e Roger Gee (2017). "Do enhanced compiler error messages help students? Results inconclusive". Em: Proceedings of the Conference on Integrating Technology into Computer Science Education, ITICSE March 2017, pp. 465–470.
- Qian, Yizhou e James Lehman (2017). "Students' misconceptions and other difficulties in introductory programming: A literature review". Em: ACM Transactions on Computing Education 18.1, pp. 1–24.
- Robins, Anthony, Janet Rountree e Nathan Rountree (2003). "Learning and teaching programming: A review and discussion". Em: International Journal of Phytoremediation 21.1, pp. 137–172.
- VanLehn, Kurt (2006). "The Behavior of tutoring systems". Em: International Journal of Artificial Intelligence in Education 16.3, pp. 227–265.
- VanLehn, Kurt (2011). "The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems". Em: Educational Psychologist 46.4, pp. 197–221.