



Recebido: 28 de abril de 2020
Revisão: 11 de junho de 2020
Aceito: 19 de junho de 2020

Endereço dos autores:
Faculdade de Educação,
Universidade Federal do Rio
Grande do Sul. 12201, Av. Paulo
Gama, 110 - Farroupilha, Porto
Alegre - RS, 90046-900 (Brasil).

E-mail / ORCID

vinihf@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-8270-5236>

eliseoreategui@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-5025-9710>

ARTIGO / ARTICLE

A Aprendizagem de Programação Apoiada pelo Modelo Social Aberto do Estudante

Programming Learning Supported by the Open Social Student Model

Vinicius Hartmann Ferreira e Eliseo Reategui

Resumo: Este artigo apresenta a implementação do Modelo Social Aberto do Estudante no ambiente virtual de aprendizagem de uma disciplina de introdução a programação de computadores do ensino superior. O Modelo Social Aberto do Estudante apresenta para o estudante, de forma visual e interativa, uma representação do seu desempenho e o de seus colegas, permitindo-lhe assim comparar, avaliar e refletir sobre seu próprio desempenho. Considerando que as disciplinas introdutórias de programação apresentam alto índice de reprovação e evasão, o objetivo do estudo foi o de investigar como o scaffolding meta-cognitivo proporcionado pela interação com o Modelo Social Aberto do Estudante poderia contribuir para o processo de aprendizagem. Para alcançar este objetivo foi realizado um quase-experimento de abordagem quali-quantitativa envolvendo 40 estudantes durante um semestre. Os resultados permitiram observar que os estudantes utilizaram o Modelo Social Aberto do Estudante para avaliar e monitorar o próprio desempenho, para identificar colegas aos quais poderiam fornecer ou solicitar ajuda e para organizar seus estudos. Porém, não foi possível observar mudanças na consciência meta-cognitiva dos estudantes ao comparar os resultados de pré-teste e pós-teste. Assim, concluiu-se que estudantes que já possuem os processos meta-cognitivos bem desenvolvidos e sabem como empregá-los no processo de aprendizagem podem se beneficiar mais do uso do Modelo Social Aberto do Estudante.

Palavras-chave: Scaffolding, Monitoramento do progresso, Meta-cognição, Programação, Tecnologia Educacional.

Abstract: This article presents the implementation of the Open Social Student Model in the virtual learning environment of an introductory computer programming course in higher education. The Open Social Student Model presents, in a visual and interactive way, a representation of the students' performance and that of their colleagues, thus allowing them to compare, evaluate and reflect about their own performance. As introductory programming courses have a high failure and dropout rate, the aim of this study has been to investigate how the metacognitive scaffolding provided by the interaction with the Open Social Student Model could contribute to the learning processes. To achieve this goal, a quasi-experiment was carried out involving 40 students during one semester, following a quali-quantitative approach. Results showed that the students used the Open Social Student Model to evaluate and monitor their own performance, to organize their studies and identify colleagues who could provide them support or who could be helped by them. However, changes in the students' meta-cognitive awareness were not observed when comparing pre-test and post-test results. Thus, the study led to the conclusion that students who already master their metacognitive processes and know how to apply them in their learning process are the ones who can benefit the most with the use of the Open Social Student Model.

Keywords: Scaffolding, Progress Monitoring, Metacognition, Programming, Educational Technology.

1. Introdução

A programação está relacionada à habilidade de resolução de problemas, exige e estimula o desenvolvimento da abstração, da compreensão, do planejamento e da criatividade. Embora aprender programação contribua para a vida acadêmica dos estudantes, trata-se de uma aprendizagem desafiadora. As disciplinas de programação apresentam alto índice de reprovação e, em muitos casos, o insucesso enfrentado nelas faz com que os estudantes abandonem um curso superior (Watson e Li, 2014).

As dificuldades de aprendizagem ocorrem por diferentes razões. A programação envolve linguagens específicas, através das quais o programador dá comandos para o computador. Por ser algo novo, distante do cotidiano, muitos estudantes encontram dificuldades em lembrar dos comandos. Ao mesmo tempo, a programação exige que o estudante elabore soluções que combinem uma linguagem de programação e raciocínio lógico. Neste ponto, os estudantes apresentam dificuldades para elaborar, estruturar e formalizar uma solução que atenda ao solicitado por um problema (Medeiros, Ramalho e Falcão, 2019).

Outro fator apontado como motivo das dificuldades na aprendizagem de programação relaciona-se à metodologia de ensino (Robins, Rountree, e Rountree, 2003). Nesse caso, exercícios com enunciados confusos ou pouco explicativos podem contribuir para a dificuldade em solucionar um problema. A indisponibilidade dos docentes em atender de forma adequada todos os estudantes de uma turma, identificando dificuldades ou lacunas individuais, também contribui para a dificuldade de aprendizagem.

Fatores relacionados à afetividade também são apontados como motivo para as dificuldades de aprendizagem. Ao se defrontarem com o insucesso na disciplina, muitos estudantes sentem-se deslocados na turma e desmotivam-se em aprender (Gomes e Mendes, 2014). Em relação à motivação, também são apontadas as várias tentativas sem sucesso para a resolução de um problema. Desta forma, tanto a desmotivação pode levar as dificuldades quanto o contrário (Figueiredo e García-Peñalvo, 2018).

Por outro lado, os estudantes que conseguem planejar, monitorar e avaliar o seu próprio progresso alcançam melhores resultados de aprendizagem. Estas habilidades estão relacionadas à meta-cognição, definida como a capacidade de monitorar, regular e orquestrar os próprios processos cognitivos para alcançar um objetivo (Flavell, 1979). Assim, ao não conhecer suas próprias capacidades e lacunas de conhecimento em relação ao conteúdo estudado, o estudante não consegue identificar exercícios e materiais adequados ou avaliar seu progresso a fim de solicitar auxílio.

Dar suporte ou estimular o desenvolvimento da meta-cognição tem apresentado resultados positivos em diferentes áreas de conhecimento. Pesquisas que enfocam em fornecer auxílio gradual aos estudantes, por meio de uma estratégia conhecida como *scaffolding* meta-cognitivo, têm demonstrado que podem potencializar a independência e o desenvolvimento cognitivo dos estudantes (Luckin e Hammerton, 2002).

Baseando-se na Teoria da Comparação Social (Festinger, 1954), sobretudo na premissa de que os indivíduos tendem a se comparar com os demais, o Modelo Social Aberto do Estudante (MSAE) caracteriza-se pela possibilidade de o estudante visualizar uma representação da sua aprendizagem e dos colegas em um ambiente virtual de aprendizagem (AVA). Com isso, facilita-se a reflexão e a monitoração sobre a própria

aprendizagem ao possibilitar que os estudantes visualizem de forma concreta seu desempenho ou o acesso aos materiais disponibilizados em um curso. O MSAE também contribui para o planejamento das etapas de aprendizagem, uma vez que o estudante tende a analisar seu desempenho e o dos colegas e decidir os próximos passos a partir da análise (Al-Shanfari, Demmans Epp e Baber, 2017).

O uso do MSAE na aprendizagem de programação é relatado nos trabalhos de Hsiao, Bakalov, Brusilovsky e König-Ries (2011), que apresenta a incorporação do MSAE ao QuizzJET, uma ferramenta para produção e disponibilização de questões parametrizadas sobre programação em Java. Também podem ser citados os trabalhos de Brusilovsky, Somyürek, Guerra, Hosseini e Zadorozhny (2015) e Guerra, Hosseini, Somyurek e Brusilovsky (2016), que apresentam o uso do MSAE por meio de uma ferramenta de código aberto intitulada MasteryGrids¹.

Nos trabalhos que incorporaram o MSAE aos AVA verificou-se maior acesso aos materiais disponibilizados, sobretudo aqueles considerados complementares, e maior participação na resolução das atividades. Além disso, os estudantes que apresentavam dificuldades de aprendizagem apresentaram melhor rendimento ao responder os exercícios. Todavia, nestes trabalhos não é realizada uma análise da contribuição do MSAE para os processos meta-cognitivos e conseqüentemente seu efeito no processo de aprendizagem de programação.

Desta forma, este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa que teve como objetivo investigar como o scaffolding meta-cognitivo proporcionado pela interação com o MSAE pode contribuir para o processo de aprendizagem de programação no ensino superior, com foco em compreender como os estudantes utilizaram o MSAE e de que forma usá-lo contribuiu para seu desempenho na aprendizagem e no desenvolvimento da percepção dos seus processos meta-cognitivos. O artigo está organizado de forma que a seção 2 apresenta os fundamentos teóricos da pesquisa; a seção 3 detalha os procedimentos metodológicos; a seção 4 apresenta os resultados alcançados; e a seção 5 descreve as conclusões da pesquisa.

2. Meta-cognição e aprendizagem de programação

A programação de computadores está relacionada à resolução de problemas, que envolve passos como a compreensão do problema, a busca e avaliação de problemas ou soluções similares, a implementação e a avaliação da solução proposta. Assim, monitorar, planejar, refletir e avaliar suas ações de forma eficiente torna-se imprescindível para o aprendiz alcançar sucesso (Bergin, Reilly e Traynor, 2005).

O emprego da meta-cognição na resolução de problemas de programação é fundamental. Quanto maior a complexidade do problema a ser resolvido maior será a necessidade de aplicação dos processos meta-cognitivos. Desta forma, fica evidente a necessidade de que o estudante saiba planejar uma solução, monitorar o desenvolvimento e desempenho do programa que está sendo escrito e avaliar sua produção, refletindo sobre o resultado e os erros encontrados.

É fundamental também que o estudante conheça suas dificuldades e a partir disso identifique conteúdos que devam ser reforçados e exercícios que se adequem ao seu nível de conhecimento. Assim, os estudantes que conseguem regular sua aprendizagem, empregando de forma efetiva processos meta-cognitivos, obtêm melhores resultados na aprendizagem (Bergin, Reilly e Traynor, 2005).

¹ Mais informações podem ser obtidas em http://adapt2.sis.pitt.edu/wiki/Mastery_Grids_Interface

No Tabela 1 é apresentada uma síntese dos problemas de natureza meta-cognitiva ligados à autorregulação da aprendizagem construída a partir da literatura. Nesta síntese são elencados problemas ligados à seleção de exercícios e materiais adequados; ao reconhecimento das próprias capacidades; à adoção das estratégias de estudo mais eficientes; à compreensão dos erros identificados na solução dos problemas; e à avaliação da solução proposta para um problema (Flavell, 1979; Al-Shanfari et al., 2017).

Tabela 1. Problemas de aprendizagem de natureza meta-cognitiva.

Problemas de natureza meta-cognitiva	
Alunos com dificuldades para selecionar recursos adequados ao seu nível de conhecimento	Diante de uma variedade de recursos e atividades disponibilizados enfrentam dificuldades em identificar aqueles que são mais adequados ao seu nível de conhecimento ou que irão contribuir para a sua aprendizagem.
Alunos que avaliam de forma imprecisa o seu conhecimento sobre os conteúdos.	Não consegue avaliar quais conteúdos já domina e em quais precisa focar os estudos.
Alunos que não conseguem selecionar a estratégia de estudo mais eficiente.	Ao apresentar dificuldades para compreender determinado conteúdo não consegue avaliar e readequar a sua estratégia de estudo.
Alunos com dificuldade para refletir sobre os erros identificados na solução de um problema.	Ao compilar a solução para um problema recebe alertas de erros mas não consegue fazer os ajustes necessários para corrigi-los.
Alunos que não conseguem avaliar a solução elaborada para um problema.	Não tem certeza se a solução que propôs resolve o problema em questão.

Fonte: Elaboração própria.

Este artigo considera o modelo proposto por Tobias e Everson (2009) para compreender a meta-cognição. Assim, considera-se que a meta-cognição é composta por habilidades e conhecimento, focando-se no conhecimento sobre a cognição, monitoramento dos seus processos cognitivos e de aprendizagem e o controle sobre estes processos. Neste ponto, este modelo define que a monitoração sobre o conhecimento é pré-requisito para ativação dos demais processos meta-cognitivos (Figura 1).

A monitoração do conhecimento é definida como a capacidade de identificar aquilo que se sabe e aquilo que não se sabe. A partir disso, considera-se que o estudante que realiza esta atividade com sucesso consegue utilizar processos meta-cognitivos mais complexos, como avaliar sua aprendizagem, selecionar estratégias mais adequadas. Por outro lado, quando o estudante não consegue identificar se sabe ou não determinado conteúdo enfrenta dificuldades em concentrar-se em conteúdos novos ou em materiais que auxiliaram sua compreensão (Tobias e Everson, 2009).

Neste trabalho foram coletadas informações sobre dois aspectos da meta-cognição, o monitoramento do conhecimento e o controle da cognição, presentes no modelo de Tobias e Everson (2009). Para isto, foram utilizados o Metacognitive Awareness Inventory (MAI), um questionário de auto relato proposto por Schraw e Dennison (1994), o índice de Precisão no Monitoramento do Conhecimento (KMA), definido por Tobias e Everson (2009) e adaptado por Gama (2004), e o índice de Viés no Monitoramento do Conhecimento (KMB), definido por Gama (2004).



Figura 1. Modelo de meta-cognição de Tobias e Everson. Fonte: Traduzido de Tobias e Everson (2009).

2.1. Metacognitive Awareness Inventory (MAI)

O instrumento é um questionário composto de 52 questões nas quais o respondente deve informar o quanto aquela afirmação é verdadeira para si a partir de uma escala que pode variar entre 1 e 5 ou 1 e 10, que é o caso do instrumento utilizado nesta pesquisa. Este questionário é utilizado para medir a consciência meta-cognitiva de um indivíduo.

Estas 52 questões são agrupadas de forma a avaliar 2 componentes maiores: (i) o conhecimento cognitivo, relacionado a consciência do indivíduo sobre seus pontos fortes e fracos e o conhecimento sobre estratégias e porquê e quando utilizá-las; e (ii) a regulação da cognição, relacionada ao planejamento, implementação, monitoramento e avaliação da estratégia a ser utilizada.

O componente conhecimento cognitivo agrupa três subescalas, definidas como: (a) conhecimento declarativo: o conhecimento sobre si e sobre estratégias; (b) conhecimento condicional: o conhecimento sobre o porquê e quando utilizar determinada estratégia; e (c) conhecimento processual: o conhecimento sobre como utilizar determinada estratégia. Já o componente regulação da cognição agrupa cinco subescalas, definidas como: (a) planejamento; (b) gestão da informação; (c) monitoramento; (d) depuração; (e) avaliação.

O resultado do instrumento é obtido a partir da média aritmética obtida para cada subescala. Ainda, os resultados podem ser interpretados sob três perspectivas, o resultado geral, referente a consciência meta-cognitiva do indivíduo, por componente, referente a especificidade dos dois componentes ou por subescala, referente a cada uma das subescalas específicas.

2.2. Precisão no Monitoramento do Conhecimento (KMA)

Tobias e Everson (2009) propuseram o índice KMA com o objetivo de inferir a capacidade de monitoração do conhecimento, um pré-requisito para ativar os demais processos meta-cognitivos. Na versão original os estudantes deveriam indicar antes de realizar uma atividade se conseguiriam resolvê-la ou não. Assim, o KMA é o resultado da comparação entre o que o estudante crê que consegue resolver e aquilo que ele realmente consegue.

O índice KMA é obtido a partir de diversas situações em que o estudante deve avaliar sua capacidade de resolver um problema e é calculado conforme a Equação 1.

Nesta equação a representa o número de vezes em que o estudante previu que teria sucesso e o obteve; b o número de vezes em que previu que fracassará e obteve sucesso; c o número de vezes em que previu que obteria sucesso e fracassou e; d representa o número de vezes em que previu que fracassaria e fracassou.

$$KMA = \frac{(a+d) - (b+c)}{(a+b+c+d)}$$

Equação 1. Knowledge Monitoring Accuracy original. Fonte: Tobias e Everson (2009).

Diante da pouca flexibilidade do índice KMA proposto por Tobias e Everson (2009), Gama (2004) propôs inserir a variante parcial tanto na estimativa quanto no desempenho. Desta forma torna-se possível diferenciar entre o estudante que consegue prever parcialmente seu resultado e aquele que consegue prever com sucesso. Ainda, nesta adaptação o KMA é calculado a partir da média de KMA obtida para um determinado ciclo, como um conteúdo em específico. Para isso, Gama (2004) propôs novos valores possíveis para o índice KMA (Tabela 2).

Tabela 2. Intervalos possíveis no índice KMA revisito.

Desempenho	Estimativa		
	Resolverá com sucesso	Resolverá parcialmente	Não resolverá com sucesso
Correto	1	-0,5	-1
Parcialmente correto	-0,5	1	-0,5
Incorreto	-1	-0,5	1

Fonte: Gama (2004).

Gama (2004) propõe que um rótulo seja definido para o KMA do estudante, de forma a facilitar sua reflexão. Para isso, foram atribuídas 3 classificações possíveis: estudante com alto, médio ou baixo KMA, conforme pode ser visto no Tabela 3.

Tabela 3. Classificação dos estudantes com base no KMA.

KMA	Classificação	Interpretação
[-1,-0.25]	KMA baixo	Estima seu conhecimento corretamente na maioria das situações.
[-0.25,0.5]	KMA médio	Estima seu conhecimento corretamente com frequência, porém em algumas situações estima de forma parcialmente correta ou errada.
[0.5,1]	KMA alto	Estima seu conhecimento corretamente em grande parte do tempo.

Fonte: Gama (2004).

2.3. Viés no Monitoramento do Conhecimento (KMB)

O índice KMB, proposto por Gama (2004), foi criado com o intuito de trazer mais informações sobre os motivos que levam o estudante a avaliar seu conhecimento com ineficiência, representados nesse caso por um viés na avaliação. Este índice é dependente do KMA e é calculado a partir da média de KMB obtido em todos os exercícios de um determinado ciclo ou conteúdo.

Assim como o índice KMA, o valor de KMB pode assumir valores identificados a partir de uma matriz 3x3 (Tabela 4). Estes valores representam que o estudante pode ser realista (0), muito (-1) ou parcialmente pessimista (-0.5) e muito (1) ou parcialmente otimista (0.5).

Tabela 4. Intervalos possíveis no índice KMB.

Desempenho	Estimativa		
	Não resolverá com sucesso	Resolverá parcialmente	Resolverá com sucesso
Incorreto	0	0,5	1
Parcialmente correto	-0,5	0	0,5
Correto	-1	-0,5	0

Fonte: Gama (2004).

Ainda, assim como para o índice KMA, Gama (2004) propôs um rótulo para classificação dos estudantes conforme o viés na estimativa de seu conhecimento. Esta classificação tem por objetivo auxiliar a compreender a visão que o estudante tem de suas próprias capacidades (Tabela 5).

Tabela 5. Classificação dos estudantes com base no KMB.

KMB	Classificação	Interpretação
KMA alto	Realista	Estima corretamente seu conhecimento.
[0.25,1]	Otimista	Tende a estimar que resolverá os problemas, mas não consegue na maioria das vezes.
[-1,-0.25]	Pessimista	Tende a estimar que não resolverá os problemas, mas na maioria das vezes consegue.
[-0.25,0.25]	Aleatório	Estima seu desempenho ora otimista e ora pessimista.

Fonte: Gama (2004).

Os três instrumentos apresentados permitem inferir informações essenciais para compreender como o estudante utiliza os processos meta-cognitivos no acompanhamento de sua própria aprendizagem. O MAI permite analisar quais são as estratégias de aprendizagem utilizadas pelo estudante e qual é a sua consciência meta-cognitiva. Os índices KMA e KMB possibilitam inferir o quão bem o estudante monitora seus conhecimentos.

2.4. Modelo Social Aberto do Estudante

Na maioria dos AVA o modelo inferido sobre o usuário, ou mesmo as informações que se registram sobre sua aprendizagem, não são disponibilizadas para ele. Porém, a disponibilização do modelo construído pelo sistema tem apresentado indícios de que pode estimular a auto regulação e motivar o estudante no processo de aprendizagem. Este modelo, conhecida como Modelo Aberto do Estudante (MAE), se caracteriza por possibilitar sua visualização pelo estudante e por seus tutores. Na maioria das vezes é apresentado de forma visual e em algumas vezes permite interação (Bull e Kay, 2007)

O MAE não apenas torna disponível para o usuário as informações que um sistema registra sobre ele, dado que estas informações podem ser de difícil

compreensão, mas também as apresenta por meio de uma interface de fácil navegação. A maior parte dos modelos de usuário podem ser abertos e a forma de visualizá-los pode variar de acordo com os usuários alvos, o contexto da aprendizagem e as atividades a serem desenvolvidas (Brusilovsky et al., 2015).

Conforme Bull e Kay (2013), não há um padrão para a representação gráfica do MAE. Dentre as representações encontradas na literatura podem ser citados: mapas, nos quais cada nodo representa um conceito e o caminho entre eles designa o progresso do estudante; barras, que representam o domínio de um aluno sobre determinado tema; mapas mentais, nuvens de tags ou tabelas.

Outra proposta de uso da MAE é o seu compartilhamento com os demais membros de uma plataforma virtual, conhecido como Modelo Social Aberto do Estudante (MSAE), ou em inglês Open Social Student Model. Esta ideia, proposta com base na Teoria da Comparação Social, dá ao estudante a possibilidade de comparar o seu progresso com o de um colega, de um grupo específico ou de uma turma toda.

O MasteryGrids é uma interface de código aberto que tem por principal objetivo mostrar o progresso do estudante em diferentes tipos de recursos educacionais disponibilizados em AVA. Ao acessar o MasteryGrids o usuário pode acompanhar o seu progresso, o seu progresso em relação a um grupo, e o progresso do grupo. É importante destacar que neste caso a visualização inicial é o progresso em relação a cada tópico da disciplina. Ao clicar no quadrado referente ao tópico é possível visualizar o progresso específico sobre um determinado exercício ou exemplo.

Em uma revisão bibliográfica sobre 30 anos de publicações sobre MAE, Hooshyar et al. (2020) identificaram que a maior parte das implementações do MAE dão suporte aos aspectos cognitivos e não aos meta-cognitivos. Os autores também identificaram que, embora existam possibilidades de interação maiores com o MAE, a maior parte dos trabalhos se foca apenas na inspeção do modelo do aluno e da turma. Além disso, verificou-se que as cores, para ilustrar o grau de domínio de um tópico e a possibilidade de comparar o progresso com os demais colegas são as funcionalidades mais exploradas.

Conforme a Teoria da Comparação Social, proposta por Festinger (1954), os indivíduos tendem a comparar suas ações ou conquistas com aqueles que eles julgam serem semelhantes a eles de alguma forma. Caso não sejam encontrados pares, a comparação do indivíduo é realizada em escala muito menor. Por outro lado, quando um indivíduo sabe que está sendo comparado a outros, tende a ter atitudes mais responsáveis. Assim, o uso da MSAE para promover a comparação social entre estudantes em AVA tem demonstrado que pode diminuir o desgaste das relações entre membros de uma comunidade, aumentar a produtividade e a motivação para aprender, além de estimular maior participação nas atividades propostas (Brusilovsky et al., 2016).

3. Metodologia

A pesquisa realizada adotou a abordagem quali-quantitativa em uma modalidade quase-experimental sem grupo de controle, com pré-teste e pós-teste. Assim, de forma a viabilizar a coleta de dados, foi desenvolvido um AVA centrado no MSAE que foi utilizado por duas turmas de Introdução a Programação no ensino superior durante um

semestre. Para a implementação do MSAE utilizou-se o MOODLE e o plugin eTask format course (Figura 2).

Conforme ilustra a Figura 2, o MSAE é apresentado na forma de uma tabela na qual as linhas referem-se a cada estudante e as colunas ao seu desempenho em cada exercício. As células em vermelho indicam que o estudante não obteve êxito em completar determinado exercício, neste caso é importante salientar que o valor 2 representa que o exercício obteve nota parcial e o valor 1 representa que o exercício não estava correto. Por outro lado, as células em verde e com valor 3 indicam que o exercício foi resolvido com êxito. Assim, de forma visual, o estudante poderia acompanhar seu desempenho e o de seus colegas.

	A7	Q50	Q49	Q48	Q47	Q46	Q45	Q44	Q43	Q42	Q41
Student 1	-	-	3	2	2	3	3	3	3	3	2
Student 2	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Student 3	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Student 4	-	3	3	3	3	3	-	-	-	-	3
Student 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Student 6	-	3	-	2	2	3	2	3	3	2	3
Student 7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Figura 2. Visualização dos modelos dos estudantes no AVA. Fonte: Elaboração própria.

Neste AVA foram disponibilizados materiais de apoio e exercícios de programação que poderiam ser visualizados por meio do MSAE. Os exercícios consistiam em enunciados de problemas que deveriam ser solucionados a partir do desenvolvimento de um programa de computador. O conteúdo da disciplina foi dividido em cinco tópicos comuns as disciplinas de introdução a programação, sendo eles: (i) Introdução: variáveis, tipos de dados, entrada e saída, atribuição e operações aritméticas; (ii) Condicional: estruturas condicionais SE, SENÃO, SE-SENÃO e operações lógicas; (iii) Repetição: estruturas de repetição PARA e ENQUANTO, acumuladores e contadores; (iv) Tipos compostos: vetores e matrizes; e (v) Modularização: funções com retorno e sem retorno.

Para cada tópico da disciplina foram selecionados dez exercícios, divididos em duas categorias, cinco exercícios centrais e cinco exercícios complementares. Os exercícios centrais eram aqueles considerados essenciais, para os quais foi disponibilizado tempo em algumas aulas para serem resolvidos. Os exercícios complementares foram definidos como exercícios úteis para a prática fora da sala de aula, como forma de complementar os estudos.

O processo iniciou pela seleção de um conjunto de exercícios pelo pesquisador. Feita uma classificação inicial de cada exercício pelo pesquisador, esta foi validada por três professores de programação. Nesta etapa de validação os três professores receberam a lista com 50 exercícios pré-classificados e deveriam indicar sua posição sobre a classificação. Caso não concordassem com a classificação de um ou mais exercícios, deveriam classificá-los novamente e então seria realizada uma discussão entre o pesquisador e os três professores para realizar um ajuste final. Neste

processo, não foi necessária a discussão para resolver divergências, pois a lista foi aprovada pelos três professores sem sugestões de alteração.

Concluído o processo de classificação, cinquenta exercícios de programação divididos por tópicos foram disponibilizados para os estudantes no AVA. Estes exercícios ficaram disponíveis para serem realizados pelos estudantes livremente durante o semestre. É importante ressaltar que, na realização de cada exercício, os estudantes deviam registrar sua percepção quanto à sua capacidade em resolvê-lo, que foi a fonte para o cálculo dos índices KMA e KMB, podendo optar por uma das seguintes respostas:

- (i) Consigo resolver o exercício corretamente;
- (ii) Consigo resolver o exercício parcialmente;
- (iii) Não consigo resolver o exercício.

Assim, as variáveis dos estudantes consideradas neste estudo foram os índices KMA e KMB, o desempenho geral na disciplina, o desempenho em um teste realizado para cada tópico da disciplina, o desempenho nos exercícios centrais e complementares, o desempenho no pré-teste e pós-teste com todo conteúdo da disciplina, as respostas ao questionário MAI no início e no final do semestre e os logs de uso do AVA. Também foi realizada entrevista semiestruturada com sete participantes escolhidos a partir de seu desempenho geral na disciplina. Os estudantes foram selecionados para a entrevista tomando-se como critério seu desempenho final no curso: foram selecionados dois com desempenho superior a 75% dos demais (desempenho alto), dois com desempenho superior a 25% dos demais (desempenho intermediário) e três com desempenho abaixo de 75% dos demais (desempenho baixo).

Considerando estas variáveis e observando o objetivo geral do estudo, que era o de investigar como o scaffolding meta-cognitivo proporcionado pela interação com o MSAE pode contribuir para o processo de aprendizagem de programação, buscou-se responder as seguintes questões:

- a) A intervenção baseada no uso do MSAE pelos estudantes altera a maneira como eles percebem suas capacidades meta-cognitivas?
- b) Há correlação entre a capacidade do aluno em avaliar seu próprio conhecimento e seu desempenho?
- c) Como o MSAE foi utilizado pelos estudantes durante o processo de aprendizagem de programação?

Para a análise dos dados coletados foram considerados apenas os estudantes que não reprovaram por falta; responderam duas vezes ao questionário MAI; realizaram o pré-teste e o pós-teste e; concordaram em participar do quase-experimento. Para responder à questão a, foi verificado se havia significância entre as respostas ao questionário MAI do início e do final do semestre por meio do teste t de Student (onde o valor para é considerado significativo quando é inferior a 0,05). Além disso, também foram consideradas as respostas as entrevistas. Para responder à questão b foi utilizado o cálculo da correlação de Pearson (onde o coeficiente de correlação varia entre 0 e 1, quando a correlação é positiva, ou 0 e -1, quando a correlação é negativa, e quanto mais próximo de 1 ou -1 mais forte é a correlação) entre o desempenho nos testes, o desempenho nos exercícios, o desempenho geral na disciplina e os valores de KMA e KMB. Também para esta mesma questão foram consideradas as respostas as entrevistas e os valores dos índices KMA e KMB, que geram uma classificação para a capacidade de

avaliar as próprias capacidades (Quadro 3 e Quadro 5). Também foi utilizado o cálculo da correlação de Pearson entre as variáveis referentes a desempenho e a quantidade de exercícios resolvidos. E a questão c foi respondida a partir da análise das respostas as entrevistas e da análise dos dados coletados pelos logs do MOODLE.

4. Resultados

Para a análise dos dados foram considerados os dados coletados de 40 participantes, todos estudantes de ensino superior cujo primeiro contato com programação se deu através do curso em questão. Como a abordagem metodológica não teve por finalidade comparar os resultados entre as turmas, a análise dos resultados considerou um grupo único que reuniu todos os estudantes.

Com o objetivo de compreender se a intervenção baseada no uso do MSAE pelos estudantes alterou a maneira como eles percebem suas capacidades meta-cognitivas (questão a), a análise com o teste-t de Student das respostas ao questionário MAI identificou que não ocorreu variação significativa entre a primeira e a segunda aplicação (Tabela 6).

Tabela 6. Avaliação geral do MAI.

Pré	Mediana	D. P.	Pós	Mediana	D.P.
7,55	7,60	1,11	7,45	7,58	0,91

Fonte: Elaboração própria.

Este resultado demonstra que a percepção geral que os estudantes tinham sobre suas habilidades meta-cognitivas não se alterou após a intervenção proposta. Neste sentido, pode ter impactado neste resultado o fato de que os estudantes utilizaram de maneira autônoma o MSAE sem nenhuma estratégia específica para seu emprego pode ter impactado.

Os resultados da primeira e da segunda aplicação do MAI, quando analisados por subescala, também não apresentaram diferença significativa, exceto pela subescala Conhecimento Declarativo, que foi menor na segunda aplicação (Figura 3). Ao realizar análise estatística com o teste t de Student se verificou diferença significativa ($p = 0,0006$) para ela após a intervenção proposta. Assim, pode-se observar que a intervenção contribuiu para que os estudantes questionassem seu conhecimento sobre si, suas capacidades e suas estratégias, em sua o conhecimento que eles possuem sobre suas capacidades, e o avaliassem de forma diferente após a intervenção proposta.

Com isso, por mais que existam trabalhos que argumentem que o acesso ao MSAE promova o desenvolvimento de aspectos meta-cognitivos (Hooshyar et al., 2020), não há relatos de avaliações que comprovem esta evolução com instrumentos como o MAI. Assim, a partir da análise estatística proposta nesta pesquisa, pode-se afirmar que o acesso ao MSAE no estudo proposto relativo à disciplina de Introdução à Programação não promoveu alterações significativas nas habilidades meta-cognitivas dos estudantes participantes.

Por outro lado, verificou-se que a possibilidade de comparar o seu desempenho com o dos colegas por meio do MSAE foi o meio pelo qual os estudantes que apresentaram desempenho alto e intermediário monitoraram, avaliaram e decidiram quais estratégias utilizar para alcançar seus objetivos na disciplina. Assim, por mais que as respostas coletadas pelos questionários MAI não tenham demonstrado significância

estatística quanto à variação na consciência meta-cognitiva dos estudantes ao interagirem com o MSAE, foi possível observar pelas entrevistas que os estudantes utilizaram seus recursos para apoiar seus processos meta-cognitivos.

«[...] comparar meio que me fez sentir uma invejinha dos colegas. Tu ver os caras lá com tudo verde lá e o cara não conseguir atingir o objetivo....ter o mesmo nível de progresso que o outro. [...] essa inveja serviu, pra mim, como uma motivação para tentar também deixar tudo lá com verde.» (Estudante E, sexo masculino, 24 anos).

«[...] eu achei muito legal isso de ver o desempenho de todo mundo [...] eu conseguia ver tipo se eu tinha que começar a prestar mais atenção...me puxar mais, to seguindo um caminho errado.» (Estudante B, sexo masculino, 25 anos).

Com o objetivo de verificar a existência de correlação entre a capacidade do aluno em avaliar seu próprio conhecimento e seu desempenho (questão b) observou-se que os estudantes, de um modo geral, obtiveram KMA alto e KMB aleatório. Isto significa que os estudantes demonstraram avaliar corretamente suas capacidades e se avaliaram com um viés aleatório, ora otimista e ora pessimista, não se observando um padrão estável.

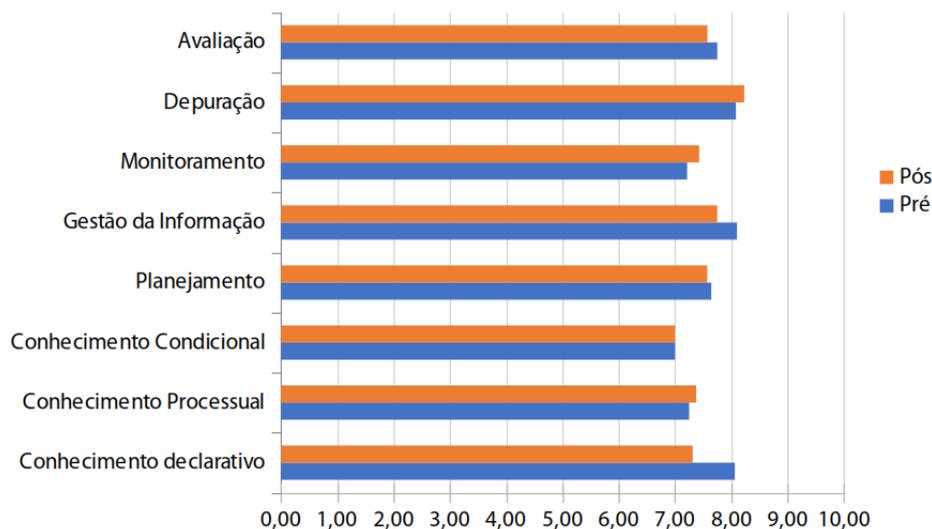


Figura 3. Resultado geral para subescalas do MAI. Fonte: Elaboração própria.

Ao focar a análise nos índices KMA e KMB verificou-se que, no geral, houve correlação moderada entre o valor do índice KMA e da nota obtida nas avaliações ($p = 0,62$), entre o KMA e quantidade de exercícios resolvidos ($p = 0,43$), entre o KMA e o desempenho nos exercícios complementares ($p = 0,51$) e entre o KMA e o desempenho geral ($p = 0,63$). Também foi possível verificar correlação entre o índice KMB e o desempenho nos exercícios centrais ($p = -0,43$). Isso corrobora o fato de que os estudantes que conseguiram avaliar melhor suas capacidades tenderam a obter melhores resultados (Tabela 7).

Ao analisar os dados acerca do desempenho nos exercícios e nas avaliações, verificou-se correlação positiva entre o desempenho nos exercícios complementares e o desempenho geral ($p = 0,60$) e entre a quantidade de exercícios realizados e o desempenho geral ($p = 0,51$). Assim, percebe-se que aqueles estudantes que não se limitaram a resolver apenas os exercícios centrais obtiveram melhores resultados. É

possível também concluir que estudantes com melhores capacidades de avaliar sua aprendizagem tendem a fazer mais exercícios e, conforme já demonstrado anteriormente, conseqüentemente tendem a obter maior desempenho.

Tabela 7. Resultados obtidos nos exercícios disponíveis no AVA e nas avaliações.

	Média	Mediana	Desvio Padrão
Exercícios Complementares	6,06	6,50	2,99
Exercícios Centrais	8,52	8,80	1,27
Quantidade de exercícios realizados	7,91	8,20	1,78
KMA	0,69	0,73	0,29
KMB	0,02	0,05	0,15
Avaliações por tópico	7,54	8,04	2,03
Avaliação Geral	79,55	81,50	13,62

Fonte: Elaboração própria.

Os estudantes entrevistados foram questionados se comparavam seu desempenho com algum colega específico. Conforme as respostas dos alunos, as comparações eram realizadas com alunos que estavam com desempenho pior ao deles e desempenho melhor. As duas comparações tinham motivações diferentes. A comparação com os estudantes de melhor desempenho fazia com que eles buscassem alcançá-los, conforme relatado pelo estudante B.

«Eu sempre fui de fazer isso, de comparar meu desempenho com os outros. [...] eu sou um pouco competitivo, se eu via um cara acertando tudo eu pensava ah, eu tenho que fazer igual aquele cara.» (Estudante B, sexo masculino, 25 anos).

Por outro lado, conforme relata o estudante E, a comparação com estudantes de desempenho inferior ao deles fazia com que eles sentissem conforto por não ter obtido o resultado desejado. Todavia, como já exposto, também é importante que os estudantes se sintam parte do grupo no processo de aprendizagem, e a comparação com colegas de desempenho inferior teve esse papel.

«Tu tem a nota de toda turma, então tu sabe se tu tá mal e a turma tá bem ou se a turma tá bem e tu tá mal. [...] a gente sempre se compara com o melhor. Aconteceu as vezes eu errar e o colega que ia bem errar também, daí me dava um conforto, tava ok...» (Estudante E, sexo masculino, 24 anos).

Com o objetivo de investigar como o MSAE foi utilizado pelos estudantes durante o processo de aprendizagem de programação (questão c) a partir dos logs foi possível analisar a média aritmética de quantos acessos ao curso no AVA os estudantes realizaram. Por acesso ao curso compreende-se a efetivação de um login no sistema. Esta informação é válida porque, ao acessar o AVA, os alunos deparavam-se imediatamente com o MSAE. Assim, verificou-se que, em média, os estudantes acessaram 223,1 vezes o curso no AVA.

Buscando verificar se existia alguma relação entre os acessos ao curso e aspectos meta-cognitivos e de desempenho, o coeficiente de Pearson foi calculado entre as variáveis relacionadas ao desempenho e a consciência meta-cognitiva. Os resultados encontrados apontaram para a inexistência de correlação entre as variáveis consideradas. No geral, este resultado difere dos demais trabalhos sobre MSAE nos quais o número de acessos ao modelo estava relacionado ao desempenho. Neste

ponto, pode-se considerar que esta diferença se deu porque existiam exercícios complementares, que não agregavam para a nota final da disciplina, ou seja, nem toda ação no AVA resultaria em uma nota.

Com o objetivo de verificar o número de acessos aos recursos disponibilizados no AVA por meio do MSAE novamente foram consultados os logs do MOODLE. A partir dessa consulta verificou-se que os estudantes acessaram, em média, 762,30 recursos no AVA. Por acesso aos recursos compreende-se aqui o acesso aos exercícios e aos materiais de apoio disponibilizados. Ao verificar a correlação do número de acessos aos recursos com os dados coletados pelo questionário MAI e os dados referentes aos exercícios e avaliações, não foi encontrada nenhuma correlação. Assim, na intervenção proposta nesta pesquisa não se verificou relação entre o acesso aos recursos pelo MSAE e o desempenho na disciplina.

Ao analisar o uso do MSAE, foi identificado que os estudantes se comparam com aqueles com os quais têm maior proximidade. Nesse sentido, também foi identificado que o MSAE é utilizado como um suporte para a solicitação de ajuda no processo de aprendizagem de programação. A partir dele os estudantes conseguem identificar estudantes mais experientes, para os quais pedir auxílio, e estudantes com dificuldades, para os quais podem se colocar à disposição para ajudar. Também há relatos de estudantes que criaram laços a partir das comparações realizadas por meio do modelo e passaram a estudar juntos.

«Nas outras disciplinas tu tem que ficar perguntando “tu conseguiu fazer?” pra saber quem tá indo melhor. Ali no MOODLE tinha como saber certo pra quem perguntar.» (Estudante D, sexo feminino, 23 anos).

«Quando tu começa a analisar as notas dos colegas de cara tu já vê quem são os caras que entendem do assunto e quem tá como tu. Então tu sabendo quem são as pessoas melhores na turma tu já sabe com quem tirar dúvidas.[...] aí eu saber que ele é um cara mais experiente foi um gatilho pra eu interagir mais com ele, criar amizade.» (Estudante E, sexo masculino, 24 anos).

A representação visual proporcionada pelo MSAE também foi citada como uma ferramenta de organização, de forma que por meio dela os estudantes puderam encontrar os exercícios que ainda não haviam realizado conforme o andamento do curso, algo diferente do que acontece em AVA sem a integração com o MSAE. Também foi relatado nas entrevistas que o MSAE foi utilizado como acesso principal aos exercícios e materiais disponibilizados.

5. Conclusão

A aprendizagem de programação é desafiadora, o que faz com que as disciplinas de introdução à programação tenham um número elevado de desistências e reprovações. Dentre as dificuldades apontadas situam-se aquelas ligadas ao uso dos processos meta-cognitivos no processo de aprendizagem. Neste contexto, esta pesquisa teve como objetivo investigar como o apoio meta-cognitivo por meio do MSAE pode contribuir com o processo de aprendizagem de programação. Para isso, foram definidos como objetivos específicos investigar como o MSAE era utilizado e se existia relação entre os processos meta-cognitivos apoiados e o desempenho.

Com isso, esta pesquisa contribuiu identificando como o MSAE é utilizado durante o processo de aprendizagem de programação. Foram identificadas três formas de utilização: (i) para avaliação e monitoramento; (ii) para pedir ajuda; e (iii) para

organização. Neste sentido, todas as três formas estão relacionadas aos processos meta-cognitivos.

Através do aspecto social do MSAE, os estudantes defrontavam-se sempre que acessavam o curso no AVA com uma representação do seu desempenho e do dos colegas. A partir dessa situação, os estudantes realizavam comparações que serviam como forma de monitorar e avaliar o seu percurso, conforme a Teoria da Comparação Social (Festinger, 1954). Foi identificado que os estudantes se comparavam em sua maioria com colegas com os quais tinham maior proximidade. Além disso, também foi identificado que as comparações tinham dois alvos, os estudantes com desempenho maior, que resultava em motivação para estudar mais, e os estudantes com desempenho inferior, que resultava em conforto diante de desempenho fraco.

Além de utilizarem o MSAE como forma de se avaliar e monitorar, também utilizaram o modelo como um recurso para solicitar ou fornecer ajuda. Com outro olhar sobre a representação do desempenho, os estudantes conseguiam identificar quem eram os estudantes mais experientes e quem eram aqueles com mais dificuldades. A partir disso solicitavam ou forneciam ajuda para os colegas. É importante destacar que essa ação já acontece na sala de aula tradicional. Todavia, o MSAE traz a facilidade de o estudante já saber exatamente a quem se dirigir. Além disso, também é importante relatar que este uso do MSAE pode fomentar a construção de relações entre os estudantes, sendo este apontado como um fator positivo para o bom desempenho acadêmico.

A partir da pesquisa foi possível concluir que o suporte meta-cognitivo proporcionado pelo MSAE contribui para o processo de aprendizagem de programação introdutória. Porém, a contribuição não se relaciona de forma direta ao desempenho e ao desenvolvimento da meta-cognição. A contribuição está em facilitar o uso de habilidades meta-cognitivas, como a organização, o monitoramento e a avaliação. E, dado que não houve alterações demonstradas de forma empírica na consciência meta-cognitiva dos estudantes, pode-se concluir também que os estudantes que mais podem se beneficiar destes recursos são aqueles que já possuem seus processos meta-cognitivos bem desenvolvidos e sabem como empregá-los no processo de aprendizagem.

6. Referências

- Al-Shanfari L., Demmans Epp C., & Baber C. (2017). Evaluating the Effect of Uncertainty Visualisation in Open Learner Models on Students' Metacognitive Skills. In: André E., Baker R., Hu X., Rodrigo M., & du Boulay B. (Eds), *Artificial Intelligence in Education. AIED 2017* (pp. 15-27). Lecture Notes in Computer Science, 10331. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-61425-0_2
- Bergin, S., Reilly, R., & Traynor, D. (2005). Examining the role of self-regulated learning on introductory programming performance. *Proceedings of First International Workshop on Computing Education Research*, 81-86. <https://doi.org/10.1145/1089786.1089794>
- Brusilovsky P., Somyürek S., Guerra J., Hosseini R., & Zadorozhny V. (2015). The Value of Social: Comparing Open Student Modeling and Open Social Student Modeling. In: Ricci F., Bontcheva K., Conlan O., Lawless S. (Eds), *User Modeling, Adaptation and Personalization. UMAP 2015* (pp. 44-55). Lecture Notes in Computer Science, 9146. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-20267-9_4
- Brusilovsky, P., Somyürek, S., Guerra, J., Hosseini, R., Zadorozhny, V., & Durlach, P. J. (2016). Open Social Student Modeling for Personalized Learning. *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing*, 4 (3), 450-461.

- <https://doi.org/10.1109/TETC.2015.2501243>
- Bull, S., & Kay, J. (2007). Student Models that Invite the Learner. In The SMILL: Open Learner Modelling Framework. *I. J. Artificial Intelligence in Education*, 17, 89-120.
- Bull S., & Kay J. (2013). Open Learner Models as Drivers for Metacognitive Processes. In: Azevedo R., Aleven V. (Eds), *International Handbook of Metacognition and Learning Technologies* (pp. 349-365). Springer International Handbooks of Education, 28. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-5546-3_23
- Festinger, L. (1954). A Theory of Social Comparison Processes. *Human Relations*, 7(2), 117-140. <https://doi.org/10.1177/001872675400700202>
- Figueiredo, J., & García-Peñalvo, J. F. (2018). Building Skills in Introductory Programming. *Proceedings of the 6th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM 2018)* (5 pages). Ed. ACM, New York, NY, USA. <https://doi.org/10.1145/3284179.3284190>
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive developmental inquiry. *American Psychologist*, 34 (10), 906-911. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906>
- Gama, C. A. (2004). Integrating Metacognition Instruction in Interactive Learning Environments. PhD Thesis, University of Sussex. Disponível em <https://ethos.bl.uk/OrderDetails.do?uin=uk.bl.ethos.413355>
- Gomes, A., & Mendes, A. (2014). A teacher's view about introductory programming teaching and learning: Difficulties, strategies and motivations. *Proceedings of IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, Madrid, 1-8. <https://doi.org/10.1109/FIE.2014.7044086>
- Guerra, J., Hosseini, R., Somyurek, S., & Brusilovsky, P. (2016). An Intelligent Interface for Learning Content: Combining an Open Learner Model and Social Comparison to Support Self-Regulated Learning and Engagement. *Proceedings of the 21st International Conference on Intelligent User Interfaces (IUI '16)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 152-163. <https://doi.org/10.1145/2856767.285678>
- Hooshyar D., Pedaste M., Saks K., Leijen Ä., Bardone E. & Wang M. (2020). Open learner models in supporting self-regulated learning in higher education: A systematic literature review, *Computers & Education*, In-Press. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103878>.
- Hsiao, IH., Bakalov, F., Brusilovsky, P., & König-Ries, B. (2011) Open Social Student Modeling: Visualizing Student Models with Parallel Introspective Views. In: Konstan J.A., Conejo R., Marzo J.L., Oliver N. (Eds) *User Modeling, Adaption and Personalization. UMAP 2011*(pp. 171-182). Lecture Notes in Computer Science, 6787. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-22362-4_15
- Luckin, R., & Hammerton, L. Getting to Know Me: Helping Learners Understand Their Own Learning Needs through Metacognitive Scaffolding. In: Cerri, S.A., Gouardères, G., & Paraguaçu, F. (Eds). (2002). *Intelligent Tutoring Systems. ITS 2002* (pp. 759-771) . Lecture Notes in Computer Science, 2363. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/3-540-47987-2_76
- Medeiros, R. P., Ramalho, G. L., & Falcão, T. P. (2019). A Systematic Literature Review on Teaching and Learning Introductory Programming in Higher Education. *IEEE Transactions on Education*, 62 (2), 77-90. <https://doi.org/10.1109/TE.2018.2864133>
- Pintrich, P. R. (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. In: Boekaerts, M., Pintrich, P. R., & Zeidner, M. (Eds.). *Handbook of self-regulation* (pp. 451-502). San Diego, CA: Academic. <https://doi.org/10.1016/B978-012109890-2/50043-3>
- Robins, A., Rountree, J., & Rountree, N. (2003) Learning and Teaching Programming: A Review and Discussion. *Computer Science Education*, 13 (2), 137-172. <https://doi.org/10.1076/cs.ed.13.2.137.1400>
- Schraw, G., & Dennison, R. S. (1994). Assessing metacognitive awareness. *Contemporary Educational Psychology*, 19 (4), 460-75. <https://doi.org/10.1006/ceps.1994.1033>

Tobias, S., & Everson, H. T. (2009). The importance of knowing what you know: A knowledge monitoring framework for studying metacognition in education. In: Hacker, D. J., Dunlosky, J. & Graesser, A. C. (Eds.). *The educational psychology series. Handbook of metacognition in education* (pp. 107–127). Routledge/Taylor & Francis Group. Disponível em

<https://psycnet.apa.org/record/2010-06038-007>

Watson, C., & Li, F. W. B. (2014) Failure rates in introductory programming revisited. In: *Proceedings of Innovation And Technology In Computer Science Education (ITiCSE)* (pp. 39-44). New York: ACM.
<https://doi.org/10.1145/2591708.2591749>

