



Universidade Estadual de Feira de Santana
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação

Avaliação de Sentimentos e Aprendizagem de Estudantes de Programação Introdutória em uma Abordagem Híbrida com PBL

Suenny Mascarenhas Souza

Feira de Santana

2021



Universidade Estadual de Feira de Santana
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação

Suenny Mascarenhas Souza

**Avaliação de Sentimentos e Aprendizagem de
Estudantes de Programação Introdutória em uma
Abordagem Híbrida com PBL**

Dissertação apresentada à Universidade
Estadual de Feira de Santana como parte
dos requisitos para a obtenção do título de
Mestre em Ciência da Computação.

Orientador: Roberto Almeida Bittencourt

Feira de Santana

2021

Ficha catalográfica - Biblioteca Central Julieta Carteado - UEFS

Souza, Suenny Mascarenhas

S718a Avaliação de sentimentos e aprendizagem de estudantes de programação introdutória em uma abordagem híbrida com PBL/ Suenny Mascarenhas Souza. - 2021.
188f. : il.

Orientador: Roberto Almeida Bittencourt

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Feira de Santana.
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, 2021.

1. Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL). 2. Motivação.
3. Engajamento. 4. Atitudes. 5. Aprendizagem. 6. CS1 (Programação introdutória). I. Bittencourt, Roberto Almeida, orient. II. Universidade Estadual de Feira de Santana. III. Título.

CDU: 004.42

Suenny Mascarenhas Souza

**Avaliação de Sentimentos e Aprendizagem de Estudantes de
Programação Introdutória em uma Abordagem Híbrida com PBL**

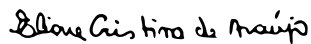
Dissertação apresentada à Universidade Estadual
de Feira de Santana como parte dos requisitos para
a obtenção do título de Mestre em Ciência da
Computação.

Feira de Santana, 13 de agosto de 2021

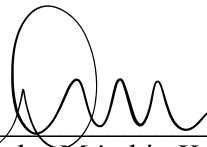
BANCA EXAMINADORA



Roberto Almeida Bittencourt (Orientador(a))
Universidade Estadual de Feira de Santana



Eliane Cristina de Araújo
Universidade Federal de Campina Grande



Eleandro Maschio Krynski
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Abstract

Learning programming can be difficult and challenging, given the worrying dropout and failure rates in introductory programming courses. Students' sentiments are considered relevant factors linked to these difficulties and have an influence on learning. This work evaluates students' sentiments and their performance in an integrated course of introductory programming (CS1) whose teaching approach uses lectures and the Problem-Based Learning (PBL) method, in the first semester of the Computer Engineering program at the State University of Feira de Santana (UEFS). We explored, in a case study, the relationship between motivation, engagement and students' attitudes with their performance. In a confirmatory analysis, we also compared students' performance and sentiments when using different programming languages: C and Python. Results suggest that students are positively motivated when they experience the hybrid approach. However, within this approach, engagement did not seem expressive. Meanwhile, students also seem to maintain positive attitudes after the integrated course. Also, motivation is different in PBL tutorials compared to lectures, while engagement is similar in both methods. As for students' performance, it remains median throughout the semester, but is relatively better in PBL tutorials when compared to lectures. Regarding the relationships between sentiments and student performance, results suggest that motivation is capable of predicting students' learning outcomes within the adopted teaching approach. Confidence and Satisfaction categories are the most predictive. On the other hand, engagement does not seem to predict learning results as much, especially in lectures. Even so, Dedication and Vigor seem to have a certain relationship with performance. Regarding attitudes, results suggest a certain importance for Confidence and Interest categories. Confirmatory analysis also suggests that there is no difference in either students' performance or sentiments when they experience the hybrid PBL approach either with C or Python. Only the sense of usefulness seems to be higher with the C language. We believe that these results can help understand the factors that may lead to the difficulties faced by students in introductory programming courses. They may also help foster better teaching practices, both in lectures and in the PBL method. Furthermore, results of this work can aid in understanding the experience lived by CS1 students within a hybrid PBL approach with either C or Python languages.

Keywords: PBL, motivation, engagement, attitudes, learning, CS1.

Resumo

A aprendizagem de programação pode ser difícil e desafiadora, haja visto os índices preocupantes de evasão e reprovação nas disciplinas de introdução à programação. Os sentimentos dos estudantes são considerados fatores relevantes ligados a estas dificuldades e possuem influência sobre o aprendizado. Este trabalho avalia os sentimentos e o desempenho dos estudantes em um componente curricular integrado de programação introdutória (CS1) cuja abordagem de ensino utiliza aulas expositivas em conjunto com o método de Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) no primeiro semestre do curso de Engenharia de Computação da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Exploramos, em um estudo de caso, as relações entre motivação, engajamento e atitudes dos estudantes com seu desempenho. Em uma análise confirmatória, ainda comparamos o desempenho e os sentimentos dos estudantes ao utilizarem linguagens de programação distintas, C e Python. Os resultados deste trabalho sugerem que os estudantes apresentam uma motivação positiva ao vivenciar a abordagem híbrida. Contudo, nesta abordagem, o engajamento não pareceu expressivo. Enquanto isso, os estudantes parecem manter atitudes também positivas após passarem pelo componente curricular. Ainda, a motivação é diferente nos tutoriais PBL em comparação às aulas expositivas, enquanto o engajamento é similar nos dois métodos. Quanto ao desempenho acadêmico dos estudantes, este se mantém mediano ao longo do semestre, porém é relativamente melhor nos tutoriais PBL quando comparado às aulas expositivas. No que diz respeito às relações entre sentimentos e desempenho, os resultados sugerem que a motivação é capaz de prever os resultados de aprendizagem dos estudantes dentro da abordagem de ensino adotada. As categorias Confiança e Satisfação são as mais preditivas. Por outro lado, o engajamento não parece prever tanto o desempenho, principalmente nas aulas expositivas. Mesmo assim, a Dedicção e o Vigor parecem apresentar certa relação com o desempenho. Em relação às atitudes, os resultados sugerem certa importância para as categorias Confiança e Interesse. Já os resultados da análise confirmatória sugerem que não há diferença no desempenho e nos sentimentos dos estudantes ao vivenciarem a abordagem PBL híbrida com a linguagem C ou Python. Apenas o senso de utilidade parece ser mais elevado com a linguagem C. Acreditamos que estes resultados podem auxiliar na compreensão dos fatores que podem ocasionar as dificuldades enfrentadas por estudantes de disciplinas de programação introdutória. Também podem levar a melhores práticas de ensino, tanto em aulas expositivas quanto na aplicação do método PBL. Além disso, os resultados deste

trabalho podem ajudar na compreensão da experiência vivenciada pelos estudantes de CS1 dentro de uma abordagem PBL híbrida com as linguagens C ou Python.

Palavras-chave: PBL, motivação, engajamento, atitudes, aprendizagem, CS1.

Agradecimentos

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus, pois sem Ele nada é possível. Agradeço por me conceder saúde, força, sabedoria e por colocar pessoas maravilhosas em minha vida!

Agradeço a todos de minha família, especialmente aos meus pais (Cristiane e Iuri), minhas irmãs (Alyne e Isys), e minha queridíssima vovó Laura, por me amarem, me escutarem e acompanharem todos os dias as minhas lutas e dilemas até aqui.

Agradecimento muito especial ao meu amado parceiro Rafael Mendonça, pelo carinho, amor, companheirismo, cuidado e suporte sempre!

Agradeço ao meu querido orientador, Roberto Almeida Bittencourt, que ao longo de tantos anos tem sido uma grande inspiração em minha vida por ser um exemplo de pesquisador, orientador, professor e ser humano! Agradeço pela orientação no desenvolvimento deste trabalho e por toda a sua paciência em esperar pelo momento de cada um de seus alunos, inclusive o meu, sempre respeitando o meu tempo de assimilação e crescimento como estudante. Agradeço também por todos os preciosos ensinamentos e lições e por todo o apoio e incentivo desde o começo de minha trajetória na UEFS como aluna de graduação! Também não posso deixar de mencionar e agradecer pela preciosa amizade de tantos anos!

Gostaria de agradecer à minha amiga Mayara Dias, que mesmo longe se faz tão perto, principalmente nos momentos em que mais preciso de apoio. Também a Joel Filho e a todos os amigos que me apoiaram. É claro, não posso deixar de agradecer em especial a Kayo Costa, não só pela amizade valiosa, mas também pela companhia em toda essa jornada, pelas dicas e sugestões ao longo desse trabalho e por tantos conselhos.

Também agradeço aos meus colegas do LESS (Laboratório de Educação, Software e Sistemas) pelo apoio e também pelos momentos de descontração. Agradeço também a todo o pessoal da Assessoria Especial de Informática, onde trabalho, especialmente à nossa assessora, Marijalma Campos, ao meu gerente, Johnny Lima, e aos meus colegas Hadarlenne Mendes e Douglas Silva, por toda a paciência e força. Agradeço também aos professores João Rocha e Angelo Loula pelos ensinamentos e à professora Claudia Pereira, pela força!

Agradeço à UEFS pelos recursos e oportunidades providas e à CAPES, pela bolsa que me foi concedida. Finalmente, agradeço a todos aqueles que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho e para meu crescimento.

*“Não importa o quanto você vá
devagar desde que não pare.”*
– Confúcio

Sumário

Abstract	i
Resumo	iii
Sumário	xiii
Alinhamento com a Linha de Pesquisa	xiv
Produções Bibliográficas, Produções Técnicas e Premiações	xv
Lista de Tabelas	xvi
Lista de Figuras	xx
1 Introdução	1
1.1 Objetivos	5
1.2 Organização do Trabalho	6
2 Fundamentação Teórica	7
2.1 Aprendizagem Ativa e PBL	7
2.1.1 O Método PBL	8
2.2 Sentimentos	12
2.2.1 Motivação	12
2.2.2 Engajamento	17
2.2.3 Atitudes	22
2.3 Linguagens para o Ensino de Programação Introdutória	25
2.3.1 Trabalhos Relacionados	28
3 Metodologia	30
3.1 Cenário	30
3.2 Estudo de Caso	31
3.2.1 Caso A	32
3.2.2 Caso B	35
3.3 Design Experimental	36
3.4 Coleta de Dados	36

3.5	Análise de Dados	39
4	Caso A	41
4.1	Motivação	42
4.1.1	Atenção	42
4.1.2	Relevância	43
4.1.3	Confiança	44
4.1.4	Satisfação	45
4.2	Engajamento	46
4.2.1	Vigor	46
4.2.2	Dedicação	46
4.2.3	Absorção	48
4.3	Atitudes	48
4.3.1	Confiança	48
4.3.2	Interesse	48
4.3.3	Gênero	50
4.3.4	Utilidade	50
4.3.5	Profissional	51
4.4	Desempenho	52
4.5	Relação Entre as Variáveis	53
4.5.1	Sentimentos e Desempenho ao Longo das Unidades/Problemas	53
4.5.2	Sentimentos e Notas Finais de Desempenho	55
4.5.3	Performance dos Estudantes	56
4.5.4	Regressão Linear Múltipla	56
4.6	Percepções de Aprendizagem	58
4.6.1	Conceitos	59
4.6.2	Habilidades	60
4.7	Análise do Caso A	63
4.7.1	Como os sentimentos de motivação, engajamento e atitudes se expressam em uma abordagem de CS1 que combina teoria e PBL?	63
4.7.2	Como o desempenho dos estudantes se expressa em uma abordagem que combina teoria e PBL?	66
4.7.3	Qual a relação entre os sentimentos dos estudantes e seus resultados de aprendizagem em uma abordagem de CS1 que combina teoria e PBL?	68
5	Caso B	72
5.1	Motivação	73
5.1.1	Atenção	73
5.1.2	Relevância	74
5.1.3	Confiança	75
5.1.4	Satisfação	75
5.2	Engajamento	76

5.2.1	Vigor	77
5.2.2	Dedicação	77
5.2.3	Absorção	78
5.3	Atitudes	79
5.3.1	Confiança	79
5.3.2	Interesse	80
5.3.3	Gênero	82
5.3.4	Utilidade	82
5.3.5	Profissional	82
5.4	Desempenho	82
5.5	Relação Entre as Variáveis	84
5.5.1	Sentimentos e Desempenho ao Longo das Unidades/Problemas	84
5.5.2	Sentimentos e Notas Finais de Desempenho	85
5.5.3	Performance dos Estudantes	87
5.5.4	Regressão Linear Múltipla	87
5.6	Percepções de Aprendizagem	89
5.6.1	Conceitos	89
5.6.2	Habilidades	91
5.7	Análise do Caso B	93
5.7.1	Como os sentimentos de motivação, engajamento e atitudes se expressam em uma abordagem de CS1 que combina teoria e PBL?	94
5.7.2	Como o desempenho dos estudantes se expressa em uma abordagem que combina teoria e PBL?	97
5.7.3	Qual a relação entre os sentimentos dos estudantes e seus resultados de aprendizagem em uma abordagem de CS1 que combina teoria e PBL?	99
6	Comparações entre os Casos A e B	103
6.1	Sentimentos e Resultados de Aprendizagem	103
6.1.1	Motivação no MT	103
6.1.2	Motivação no MI	104
6.1.3	Engajamento no MT	105
6.1.4	Engajamento no MI	105
6.1.5	Atitudes Pós-EI	107
6.1.6	Notas Finais de Desempenho	108
6.2	Percepções de Aprendizagem	109
6.2.1	Conceitos	109
6.2.2	Habilidades	111
6.3	Modelos de Regressão e Correlações	112
6.3.1	Correlações por Unidade/Problema	112
6.3.2	Correlações Gerais	113
6.3.3	Modelos de Regressão	114
6.4	Análise das Comparações	115

6.4.1	O quanto a mudança da linguagem de programação, de C para Python, afeta os sentimentos de motivação, engajamento e atitudes dos estudantes ao longo de uma disciplina de CS1?	115
6.4.2	Há diferença na aprendizagem dos estudantes ao mudar a linguagem de programação de C para Python?	117
7	Discussão	119
7.1	Visão Geral	119
7.1.1	Como os sentimentos de motivação, engajamento e atitudes se expressam em uma abordagem de CS1 que combina teoria e PBL?	119
7.1.2	Como o desempenho dos estudantes se expressa em uma abordagem que combina teoria e PBL?	121
7.1.3	Qual a relação entre os sentimentos dos estudantes e seus resultados de aprendizagem em uma abordagem de CS1 que combina teoria e PBL?	121
7.1.4	O quanto a mudança da linguagem de programação, de C para Python, afeta os sentimentos de motivação, engajamento e atitudes dos estudantes ao longo de uma disciplina de CS1?	122
7.1.5	Há diferença na aprendizagem dos estudantes ao mudar a linguagem de programação de C para Python?	123
7.2	Lições Aprendidas	123
7.2.1	Lições Metodológicas	123
7.2.2	Lições de Ensino-Aprendizagem	124
7.2.3	Lições dos Resultados	125
7.3	Ameaças à Validade	127
8	Conclusões	130
8.1	Trabalhos Futuros	132
	Referências	134
A	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	141
B	Questionário Pré-EI	143
C	Questionário de Motivação - CIS	145
D	Questionário de Motivação - IMMS	147
E	Questionário de Engajamento - UWES	149
F	Questionário de Atitudes	151
G	Gráficos de Barras Empilhadas - Caso A	153
G.1	Motivação CIS - MT	153

G.1.1	Atenção	153
G.1.2	Relevância	154
G.1.3	Confiança	155
G.1.4	Satisfação	156
G.2	Motivação IMMS - MI	157
G.2.1	Atenção	157
G.2.2	Relevância	158
G.2.3	Confiança	159
G.2.4	Satisfação	159
G.3	Engajamento - MT	160
G.3.1	Vigor	160
G.3.2	Dedicação	160
G.3.3	Absorção	161
G.4	Engajamento - MI	161
G.4.1	Vigor	161
G.4.2	Dedicação	162
G.4.3	Absorção	162
G.5	Atitudes	162
G.5.1	Confiança	163
G.5.2	Interesse	164
G.5.3	Gênero	165
G.5.4	Utilidade	166
G.5.5	Profissional	167
H	Gráficos de Barras Empilhadas - Caso B	168
H.1	Motivação CIS - MT	168
H.1.1	Atenção	169
H.1.2	Relevância	170
H.1.3	Confiança	171
H.1.4	Satisfação	172
H.2	Motivação IMMS - MI	173
H.2.1	Atenção	174
H.2.2	Relevância	175
H.2.3	Confiança	176
H.2.4	Satisfação	177
H.3	Engajamento - MT	178
H.3.1	Vigor	178
H.3.2	Dedicação	179
H.3.3	Absorção	180
H.4	Engajamento - MI	181
H.4.1	Vigor	181
H.4.2	Dedicação	182
H.4.3	Absorção	183
H.5	Atitudes	184

H.5.1	Confiança	184
H.5.2	Interesse	185
H.5.3	Gênero	186
H.5.4	Utilidade	187
H.5.5	Profissional	188

Alinhamento com a Linha de Pesquisa

Linha de Pesquisa: Software e Sistemas Computacionais

Esta dissertação trata de análise sobre uma disciplina de programação introdutória, os sentimentos dos estudantes e seu desempenho. Como profissionais de tecnologia da informação necessitam aprender a programar como primeira etapa no processo de formação para a produção de software, a dissertação está alinhada com a linha de pesquisa de Software e Sistemas Computacionais, ao oferecer soluções para o processo de formação de profissionais que desenvolverão, no futuro, software e sistemas para a sociedade.

Produções Bibliográficas, Produções Técnicas e Premiações

S. M. Souza and R. A. Bittencourt, “Motivation and Engagement with PBL in an Introductory Programming Course”, 2019 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), Covington, KY, USA, 2019, pp. 1-9.

S. M. Souza and R. A. Bittencourt, “Report of a CS1 Course for Computer Engineering Majors Based on PBL”, 2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), Porto, Portugal, 2020, pp. 837-846.

S. M. Souza and R. A. Bittencourt, “Sentiments and Performance in an Introductory Programming Course Based on PBL”, 2021 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2021, pp. 831-840.

Lista de Tabelas

3.1	Planejamento do MT de Algoritmos e Programação I - Estudo A . . .	34
3.2	Planejamento do MI de Algoritmos - Estudo A	35
3.3	Planejamento do MT de Algoritmos e Programação I - Estudo B . . .	37
3.4	Planejamento do MI de Algoritmos - Estudo B	38
4.1	Correlações entre as categorias de motivação e engajamento com as notas dos estudantes ao longo do MT e MI	54
4.2	Correlações entre as médias gerais de motivação e engajamento, por módulo, e as médias finais de desempenho dos estudantes.	55
4.3	Correlações das categorias de atitudes com as médias finais de desempenho dos estudantes em cada módulo e com as notas obtidas na avaliação SCS1.	56
4.4	Correlações entre as médias finais de desempenho dos estudantes no MT e MI e as notas obtidas na avaliação SCS1.	56
4.5	Coefficientes de regressão linear múltipla para as categorias de motivação, engajamento e atitudes no MT e MI.	57
5.1	Correlações entre as categorias de motivação e engajamento com as notas dos estudantes ao longo do MT e MI	86
5.2	Correlações entre as médias gerais de motivação e engajamento, por módulo, e as médias finais de desempenho dos estudantes.	86
5.3	Correlações das categorias de atitudes com as médias finais de desempenho dos estudantes em cada módulo.	87
5.4	Correlações entre as médias finais de desempenho dos estudantes no MT e MI.	87
5.5	Coefficientes de regressão linear múltipla para as categorias de motivação e engajamento no MT e MI.	88
6.1	Tabela com os percentuais de facilidade e dificuldade dos conceitos que mais se destacaram dentro das percepções de aprendizagem dos estudantes nos Casos A e B.	110

Lista de Figuras

3.1	Etapas do ciclo PBL seguidas no MI.	33
3.2	Organização geral do estudo de caso para os módulos teóricos e integradores.	38
4.1	Boxplots para a categoria <i>Atenção</i> ao longo das três unidades do MT e problemas do MI.	42
4.2	Boxplots para a categoria <i>Relevância</i> ao longo das três unidades do MT e problemas do MI.	43
4.3	Boxplots para a categoria <i>Confiança</i> ao longo das três unidades do MT e problemas do MI.	44
4.4	Boxplots para a categoria <i>Satisfação</i> ao longo das três unidades do MT e problemas do MI.	45
4.5	Boxplots para a categoria <i>Vigor</i> ao longo das três unidades do MT e problemas do MI.	46
4.6	Boxplots para a categoria <i>Dedicação</i> ao longo das três unidades do MT e problemas do MI.	47
4.7	Boxplots para a categoria <i>Absorção</i> ao longo das três unidades do MT e problemas do MI.	47
4.8	Boxplots para a categoria de atitudes, <i>Confiança</i> , antes e após os estudantes passarem pelo EI.	49
4.9	Boxplots para a categoria de atitudes, <i>Interesse</i> , antes e após os estudantes passarem pelo EI.	49
4.10	Boxplots para a categoria de atitudes, <i>Gênero</i> , antes e após os estudantes passarem pelo EI.	50
4.11	Boxplots para a categoria de atitudes, <i>Utilidade</i> , antes e após os estudantes passarem pelo EI.	51
4.12	Boxplots para a categoria de atitudes, <i>Profissional</i> , antes e após os estudantes passarem pelo EI.	51
4.13	Desempenho dos estudantes ao longo das unidades do MT e problemas do MI.	53
4.14	Comparação entre as notas finais dos estudantes nos módulos do EI e na avaliação SCS1 normalizada.	54
4.15	Variação da percepção de aprendizagem dos conceitos da primeira unidade do MT.	59

4.16	Variação da percepção de aprendizagem dos conceitos da segunda unidade do MT.	60
4.17	Variação da percepção de aprendizagem dos conceitos da terceira unidade do MT.	61
4.18	Variação da percepção de facilidade das habilidades técnicas, <i>Hard Skills</i> , ao longo dos três problemas do MI.	62
4.19	Variação da percepção de facilidade das habilidades pessoais e interpessoais, <i>Soft Skills</i> , ao longo dos três problemas do MI.	62
5.1	Boxplots para a categoria <i>Atenção</i> ao longo das três unidades do MT e problemas do MI.	73
5.2	Boxplots para a categoria <i>Relevância</i> ao longo das três unidades do MT e problemas do MI.	74
5.3	Boxplots para a categoria <i>Confiança</i> ao longo das três unidades do MT e problemas do MI.	75
5.4	Boxplots para a categoria <i>Satisfação</i> ao longo das três unidades do MT e problemas do MI.	76
5.5	Boxplots para a categoria <i>Vigor</i> ao longo das três unidades do MT e problemas do MI.	77
5.6	Boxplots para a categoria <i>Dedicação</i> ao longo das três unidades do MT e problemas do MI.	78
5.7	Boxplots para a categoria <i>Absorção</i> ao longo das três unidades do MT e problemas do MI.	79
5.8	Boxplots para a categoria de atitudes, <i>Confiança</i> , antes e após os estudantes passarem pelo EI.	80
5.9	Boxplots para a categoria de atitudes, <i>Interesse</i> , antes e após os estudantes passarem pelo EI.	80
5.10	Boxplots para a categoria de atitudes, <i>Gênero</i> , antes e após os estudantes passarem pelo EI.	81
5.11	Boxplots para a categoria de atitudes, <i>Utilidade</i> , antes e após os estudantes passarem pelo EI.	81
5.12	Boxplots para a categoria de atitudes, <i>Profissional</i> , antes e após os estudantes passarem pelo EI.	83
5.13	Desempenho dos estudantes ao longo das unidades do MT e problemas do MI.	84
5.14	Comparação entre as notas finais dos estudantes nos dois módulos do EI.	85
5.15	Variação da percepção de aprendizagem dos conceitos da primeira unidade do MT.	89
5.16	Variação da percepção de aprendizagem dos conceitos da segunda unidade do MT.	90
5.17	Variação da percepção de aprendizagem dos conceitos da terceira unidade do MT.	91

5.18	Variação da percepção de facilidade das habilidades técnicas, <i>Hard Skills</i> , ao longo dos três problemas do MI.	92
5.19	Variação da percepção de facilidade das habilidades pessoais e interpessoais, <i>Soft Skills</i> , ao longo dos três problemas do MI.	93
6.1	Boxplots comparativos das categorias do modelo ARCS - CIS de motivação do MT dentro dos Casos A e B.	104
6.2	Boxplots comparativos das categorias do modelo ARCS - IMMS de motivação do MI dentro dos Casos A e B.	105
6.3	Boxplots comparativos das categorias do modelo de Engajamento do MT dentro dos Casos A e B.	106
6.4	Boxplots comparativos das categorias do modelo de Engajamento do MI dentro dos Casos A e B.	106
6.5	Boxplots comparativos das categorias do modelo de Atitudes pós-EI dentro dos Casos A e B.	107
6.6	Boxplots comparativos das notas finais de desempenho obtidas em ambos os módulos MT e MI, dentro dos Casos A e B.	108
G.1	Variação da Atenção ao longo das três unidades	154
G.2	Variação da Relevância ao longo das três unidades	154
G.3	Variação da Confiança ao longo das três unidades	155
G.4	Variação da Satisfação ao longo das três unidades	156
G.5	Variação da Atenção ao longo dos três problemas PBL	157
G.6	Variação da Relevância ao longo dos três problemas PBL	158
G.7	Variação da Confiança ao longo dos três problemas PBL	159
G.8	Variação da Satisfação ao longo dos três problemas PBL	159
G.9	Variação do Vigor ao longo das três unidades	160
G.10	Variação da Dedicação ao longo das três unidades	160
G.11	Variação da Absorção ao longo das três unidades	161
G.12	Variação do Vigor ao longo dos três problemas PBL	161
G.13	Variação da Dedicação ao longo dos três problemas PBL	162
G.14	Variação da Absorção ao longo dos três problemas PBL	162
G.15	Variação da Confiança no questionário de Atitudes no início e fim do semestre letivo	163
G.16	Variação do Interesse no questionário de Atitudes no início e fim do semestre letivo	164
G.17	Variação da opiniões de Gênero no questionário de Atitudes no início e fim do semestre letivo	165
G.18	Variação da opiniões de Utilidade no questionário de Atitudes no início e fim do semestre letivo	166
G.19	Variação da opiniões sobre o âmbito Profissional no questionário de Atitudes no início e fim do semestre letivo	167
H.1	Variação da Atenção ao longo das três unidades	169
H.2	Variação da Relevância ao longo das três unidades	170

H.3	Variação da Confiança ao longo das três unidades	171
H.4	Variação da Satisfação ao longo das três unidades	172
H.5	Variação da Atenção ao longo dos três problemas	174
H.6	Variação da Relevância ao longo dos três problemas PBL	175
H.7	Variação da Confiança ao longo dos três problemas PBL	176
H.8	Variação da Satisfação ao longo dos três problemas PBL	177
H.9	Variação do Vigor ao longo das três unidades	178
H.10	Variação da Dedicação ao longo das três unidades	179
H.11	Variação da Absorção ao longo das três unidades	180
H.12	Variação do Vigor ao longo dos três problemas PBL	181
H.13	Variação da Dedicação ao longo dos três problemas PBL	182
H.14	Variação da Absorção ao longo dos três problemas PBL	183
H.15	Variação da Confiança no questionário de Atitudes no início e fim do semestre letivo	184
H.16	Variação do Interesse no questionário de Atitudes no início e fim do semestre letivo	185
H.17	Variação da opiniões de Gênero no questionário de Atitudes no início e fim do semestre letivo	186
H.18	Variação da opiniões de Utilidade no questionário de Atitudes no início e fim do semestre letivo	187
H.19	Variação da opiniões sobre o âmbito Profissional no questionário de Atitudes no início e fim do semestre letivo	188

Capítulo 1

Introdução

A aprendizagem de programação é conhecida por ser um assunto difícil e complexo. Isto porque ela engloba uma variedade de conhecimentos e tarefas específicas (Hoc et al., 2014) e, portanto, seu aprendizado envolve a aquisição de múltiplos conceitos e habilidades (Robins et al., 2003; Gomes e Mendes, 2007). Em cursos de graduação em computação, a programação já está presente em uma das primeiras disciplinas que os estudantes devem cursar (Bennedsen e Caspersen, 2007). Esta disciplina de introdução à programação é por vezes conhecida como Ciência da Computação I (Computer Science 1 – CS1), sendo de fundamental importância por abordar os conceitos e habilidades iniciais necessários a um programador. Alguns autores, inclusive, sugerem que o desempenho inicial nesta matéria pode ser preditivo do sucesso dos alunos nos exames finais e no curso como um todo (Porter e Zingaro, 2014).

Contudo, o momento em que esta disciplina é oferecida pode ser um tanto conturbado para muitos estudantes. Isto porque, neste período, eles passam por um processo de amadurecimento na fase de transição da educação escolar para a universitária, que geralmente introduz os novos discentes em um sistema de educação alienígena, composto por turmas grandes e afastando-os de seus antigos grupos de colegas (Falkner e Munro, 2009). Este novo ambiente ainda requer dos estudantes o desenvolvimento de sua maturidade no autogerenciamento de tempo e habilidades de estudo, já que eles precisam administrar seus estudos, trabalhos de meio período e atividades externas. Esses e outros processos que muitos estudantes novatos precisam lidar, somados às dificuldades associadas à aprendizagem em programação, podem levar à retenção ou ao abandono desta disciplina introdutória, e até mesmo dos cursos da área da computação.

As taxas de evasão e retenção nos diversos cursos de instituições de ensino superior, por sua vez, podem carregar inúmeros inconvenientes e custos, tanto para as instituições quanto para a sociedade, visto que a evasão e retenção de estudantes leva ao desperdício da estrutura e dos recursos que seriam destinados a um dado número esperado de discentes (Campello e Lins, 2008). Além disso, o mercado perde potenciais profissionais de nível superior e, conseqüentemente, se torna deficiente em

mão-de-obra especializada. Para os estudantes em questão, envolve ainda o desperdício de suas vocações e potenciais de atuação na área desejada, além da consequente frustração.

De fato, pesquisas mostram que as disciplinas de CS1 vêm sendo consideradas difíceis e desafiadoras para muitos estudantes (Gomes et al., 2018; Gomes e Mendes, 2007; Jenkins, 2002). Somado a isto, pesquisadores vêm relatando elevados índices de evasão e reprovação nestas matérias (Robins et al., 2003; Robins, 2010), associando este fato às dificuldades de aprendizagem em CS1 (Gomes et al., 2018).

Bennedsen e Caspersen (2007) realizaram um estudo com 63 instituições ao redor do mundo e identificaram um percentual de reprovação (incluindo evasão) de 33% em disciplinas introdutórias de programação, um resultado não muito alarmante para eles. Expandindo esta pesquisa, Watson e Li (2014) acrescentaram dados de mais 51 instituições e encontraram um percentual de reprovação de 32,3% que, apesar de não ser também um resultado crítico, mostra que não houve melhora destes índices ao longo dos anos. De maneira complementar, Robins (2010) aborda a existência de uma distribuição bimodal das notas dos estudantes das disciplinas de CS1. Em outras palavras, existe uma alta proporção de estudantes com notas elevadas, mas também uma alta proporção de estudantes recebendo notas baixas ou reprovações.

Em relação à evasão, Kinnunen e Malmi (2006) afirmam que muitas instituições apresentam taxas de evasão entre 20% e 40%, ou mais, nas disciplinas de programação introdutória. Dentro da universidade alvo de seu estudo, a Helsinki University of Technology (HUT), os índices ficaram entre 30% e 50%. Tais índices levaram estes autores a investigar as causas da evasão dos estudantes nestas disciplinas. Dentre as razões encontradas, as mais frequentes foram a falta de tempo e motivação dos estudantes, ambas afetadas, entre outras questões, pela dificuldade encontrada na matéria.

É possível observar no trabalho de Luxton-Reilly et al. (2018) a existência de diversos fatores levados em consideração pela literatura que possuem influência no aprendizado de programação introdutória. Alguns incluem fatores associados à escolha do currículo, linguagem e paradigma de programação. Outros abrangem a adoção de ferramentas que oferecem suporte ao ensino e aprendizagem, além de abordagens de ensino que alteram a estrutura dos cursos. Ainda, outros fatores abordam as perspectivas dos estudantes no processo de aprendizagem, incluindo sentimentos como motivação, engajamento e atitudes.

Em relação à motivação, Jenkins (2002) afirma que a motivação incorreta pode levar os estudantes a encontrar dificuldades na aprendizagem de programação. Assim, os estudantes não irão aprender a programar se não estiverem motivados, intrínseca ou extrinsecamente (Jenkins, 2001a). Isto porque um estudante motivado incorpora valor ao seu aprendizado. Ainda, de acordo com Keller (2010), a motivação explica a direção e magnitude do comportamento, determinando a intensidade com a qual se buscam os objetivos estabelecidos. Portanto, a motivação e a autopercepção de

competência podem ser considerados importantes no processo de aprendizagem e devem ser levados em consideração no planejamento de qualquer estratégia pedagógica (Gomes et al., 2018).

Ao mesmo tempo, os estudantes devem ser capazes de trabalhar com um alto nível de engajamento (Jenkins, 2001a). Elevados níveis de engajamento proporcionam um aprendizado aprofundado, enquanto baixos níveis ocasionam um aprendizado superficial. Isto porque o engajamento se enquadra como o oposto do esgotamento (Schaufeli et al., 2002a), sendo definido como o estado de espírito positivo e gratificante relacionado ao trabalho realizado (Schaufeli et al., 2002b) (o aprendizado de programação, neste caso). Desta forma, indivíduos engajados são capazes de persistir mesmo ao enfrentar dificuldades e manter a sensação de significância e a concentração em suas tarefas.

As atitudes e os comportamentos dos estudantes em relação à ciência da computação são também consideradas por Gomes et al. (2012) como outro fator que pode interferir no aprendizado de programação. De acordo com Heersink e Moskal (2010), inclusive, alguns estudos que se propõem a investigar as expectativas e as atitudes de estudantes contribuem também para uma análise acerca do declínio das inscrições em cursos de ciência da computação e tecnologia de informação. Atitudes como a falta de confiança em suas habilidades de aprender os conceitos de programação e o não reconhecimento da necessidade e utilidade das habilidades da ciência da computação são fatores que podem levar ao desencorajamento da participação dos estudantes nestes cursos e disciplinas (Hoegh e Moskal, 2009).

No sentido de auxiliar em um melhor planejamento, design e implementação de cursos introdutórios de programação, Pears et al. (2007) fazem uma busca pela literatura e apontam um conjunto de soluções relevantes ao ensino e aprendizagem de programação para novatos abordados em diferentes trabalhos. Algumas sugestões incluem o uso de ferramentas mais didáticas, currículos bem estruturados, linguagens adequadas e abordagens de ensino que levem em consideração tanto o professor quanto o estudante.

A linguagem de programação adotada influencia na aprendizagem e no grau de dificuldade enfrentado pelos estudantes. A maioria dos cursos de CS1 utilizam uma única linguagem em seu plano de ensino e a maior parte delas não foi projetada para o aprendizado, mas sim para o mercado. Contudo, as linguagens voltadas para a indústria dificilmente são apropriadas para o aprendizado de estudantes novatos (Jenkins, 2002; Gomes e Mendes, 2007). Segundo Milbrandt (1995), uma boa linguagem de programação voltada para o ensino deve ser fácil de compreender e apresentar uma sintaxe simples. Mannila et al. (2006), em seu estudo, afirmam que uma linguagem simples promove menos erros de sintaxe e de lógica.

Alguns estudos questionam a adequação de linguagens como *C* e *Java*, algumas das linguagens mais utilizadas na indústria e educação, para fins educacionais e sugerem o uso de linguagens mais didáticas como *Python*, *Logo* e *Pascal*, que foram desenvolvidas visando este propósito. Mannila et al. (2006), por exemplo, observaram que

os estudantes que aprendem programação com *Python* não cometem tantos erros quanto os que aprendem com *Java*. Wainer e Xavier (2018) compararam a linguagem *C* também com a linguagem *Python* e observaram que para todas as medidas investigadas, como reprovações e submissões por tarefa, a versão da disciplina em *Python* produziu melhores resultados que a versão em *C*.

No sentido de aumentar a motivação e o engajamento e melhorar o desempenho dos estudantes, outras soluções propostas sugerem o uso de abordagens de aprendizagem centradas no estudante, as abordagens ativas de ensino-aprendizagem. Os principais elementos deste tipo de abordagem incluem a atividade do estudante e seu envolvimento no processo de aprendizagem (Prince, 2004). Os estudantes se envolvem em atividades instrucionais nas quais refletem sobre o que fazem (Bonwell e Eison, 1991). Segundo Luxton-Reilly et al. (2018), o uso de abordagens para a promoção do engajamento tende a enfatizar a aprendizagem ativa, eliminar barreiras às atividades práticas, incentivar a motivação intrínseca e introduzir a motivação extrínseca aos estudantes. Alguns estudos incluem o uso de métodos ativos como o *Think-Pair-Share* (TPS) (Kothiyal et al., 2013), o uso de materiais de aprendizagem cooperativa (Beck et al., 2005), a aplicação de instrução por pares (Porter et al., 2011; Caceffo et al., 2018), e da abordagem de aprendizagem baseada em problemas (Problem-based learning – PBL) (Ambrósio e Costa, 2010; Caceffo et al., 2018; Nuutila et al., 2008).

A abordagem PBL, por sua vez, é um método instrucional em que os estudantes aprendem por meio da resolução facilitada de problemas (Hmelo-Silver, 2004). Os estudantes atuam em grupos colaborativos e se engajam em estudos autodirigidos. Este método, assim como outras abordagens ativas como a instrução por pares e *TPS*, visa desenvolver nos estudantes habilidades de resolução de problemas, colaboração efetiva, expressão do raciocínio e reflexão crítica (Hmelo-Silver, 2004; Kothiyal et al., 2013; Greening et al., 1997). Adicionalmente, PBL ainda tem o potencial de trabalhar outras habilidades tais como a escrita de relatórios, o planejamento e gerenciamento de projetos mais longos, e a busca por recursos de aprendizagem por conta própria (Allen et al., 2011). Caceffo et al. (2018), em seu estudo, verificaram que o uso da abordagem PBL e da instrução por pares impactam positivamente na motivação dos estudantes em comparação com o método de ensino tradicional. Ambrósio e Costa (2010) verificaram que o uso de PBL em associação com o uso de *tablets* melhorou a motivação e o engajamento dos estudantes, além de reduzir as taxas de evasão.

Como visto acima, diversos autores defendem e relatam experiências sobre o uso de abordagens de ensino-aprendizagem ativas, como PBL, para melhorar os sentimentos de motivação e engajamento e o desempenho dos estudantes em disciplinas de CS1. No entanto, não há clareza acerca da eficácia do uso da abordagem PBL e de seu impacto sobre estas variáveis. Além disso, até o presente, não foi encontrado nenhum estudo analisando o impacto da mudança da linguagem de programação adotada em disciplinas de CS1 sobre os sentimentos de motivação, engajamento e atitudes dos estudantes. Os estudos encontrados normalmente abordam apenas os impactos sobre

os resultados de aprendizagem (Mannila et al., 2006; Wainer e Xavier, 2018).

Como já relatado, a aprendizagem de programação é difícil e, como consequência, os cursos introdutórios de programação enfrentam notáveis índices de evasão e reprovação. Portanto, descrever em profundidade as experiências com estudantes nas disciplinas de CS1, utilizando abordagens que visam solucionar os problemas ligados às dificuldades no processo de aprendizagem, evasões e reprovações, pode levar à disseminação de melhores práticas. Da mesma forma, investigar os sentimentos dos estudantes, dentro deste contexto, acrescenta dados e resultados relacionados às razões do abandono e retenção dos discentes nestas disciplinas. Com isto, novas soluções e abordagens podem ser investigadas e propostas de acordo com os resultados obtidos. Neste contexto, este trabalho procura atuar na investigação de aspectos de motivação, engajamento, atitudes e resultados de aprendizagem em uma disciplina de CS1 que usa a abordagem de aprendizagem ativa PBL associada a uma disciplina teórica e que passou pela mudança da linguagem adotada, de C para Python.

Desde sua fundação, o curso de Engenharia da Computação da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) utiliza uma abordagem PBL híbrida como um bloco fundamental de seu currículo (Bittencourt e Figueiredo, 2003). Na disciplina integrada de introdução a programação, existem dois módulos relacionados. Um deles é baseado na abordagem PBL, estabelecendo a aprendizagem através da resolução de problemas e promovendo a prática da programação. Ao mesmo tempo, o módulo teórico atua de maneira a apoiar os estudantes com os conceitos de programação necessários ao desenvolvimento das soluções dos problemas abordados com PBL. Nestes dois módulos, os estudantes são apresentados aos conceitos de algoritmos, programação em uma linguagem imperativa e estruturas de dados simples.

1.1 Objetivos

O objetivo deste trabalho foi avaliar uma abordagem híbrida de ensino-aprendizagem baseada em PBL e aulas teóricas aplicada em um componente curricular de programação introdutória no primeiro semestre do curso de Engenharia de Computação da UEFS. Foram examinadas as relações entre a abordagem de ensino aplicada, a linguagem de programação adotada, a aprendizagem dos estudantes e seus sentimentos.

A partir deste objetivo, buscamos responder às seguintes questões de pesquisa:

1. Como os sentimentos de motivação, engajamento e atitudes se expressam em uma abordagem de CS1 que combina teoria e PBL?
2. Como o desempenho dos estudantes se expressa em uma abordagem que combina teoria e PBL?
3. Qual a relação entre os sentimentos dos estudantes e seus resultados de aprendizagem em uma abordagem de CS1 que combina teoria e PBL?

4. O quanto a mudança da linguagem de programação, de C para Python, afeta os sentimentos de motivação, engajamento e atitudes dos estudantes ao longo de uma disciplina de CS1?
5. Há diferença na aprendizagem dos estudantes ao mudar a linguagem de programação de C para Python?

1.2 Organização do Trabalho

No Capítulo 2, apresentamos os conceitos fundamentais necessários à compreensão do nosso trabalho, bem como um conjunto de trabalhos relacionados a cada assunto abordado. O Capítulo 3 aborda os métodos adotados e uma descrição detalhada da pesquisa realizada, incluindo o cenário, o planejamento, os participantes e as etapas de coleta e análise de dados. O Capítulo 4 apresenta os resultados referentes ao Caso A, ocorrido no segundo semestre de 2018, a partir de uma descrição dos dados obtidos em nossa primeira etapa de pesquisa. Este capítulo também realiza uma discussão baseada numa análise aprofundada destes resultados. O Capítulo 5, realiza uma descrição dos dados obtidos na segunda etapa de nossa pesquisa, o Caso B, ocorrido no segundo semestre de 2019. Também é realizado neste capítulo uma discussão aprofundada sobre os resultados obtidos. Já o Capítulo 6 apresenta uma análise comparativa entre os Casos A e B e realiza também uma discussão sobre os resultados alcançados. No Capítulo 7, é realizada uma discussão sintetizada e de mais alto nível sobre os resultados obtidos nos capítulos anteriores. Também são apresentadas as lições aprendidas e as ameaças à validade de nosso estudo. Finalmente, no Capítulo 8, trazemos uma conclusão acerca do trabalho realizado, sintetizando os principais resultados obtidos. Além disso, também abordamos trabalhos futuros que podem vir a ser realizados a partir deste trabalho.

Capítulo 2

Fundamentação Teórica

Este capítulo aborda os conhecimentos necessários para a compreensão dos principais elementos e fatores estudados nesta pesquisa. Além disso, é apresentado um conjunto de trabalhos relacionados a cada tema.

2.1 Aprendizagem Ativa e PBL

A aprendizagem ativa pode ser definida como qualquer método instrucional que proporcione aos estudantes atividades significativas e capazes de induzir à reflexão (Prince, 2004). Ela é diferenciada do ensino tradicional no sentido de que, neste último, as informações são transmitidas pelos instrutores e recebidas passivamente pelos estudantes. Desta maneira, a aprendizagem ativa requer a introdução de atividades na sala de aula no intuito de promover o engajamento dos estudantes no processo de aprendizagem.

Segundo Bonwell e Eison (1991), o aumento da participação dos discentes no processo de aprendizagem é indispensável para a efetividade do ensino. Diversas estratégias promovendo a aprendizagem ativa têm se mostrado capazes de influir positivamente nas atitudes e resultados dos estudantes. Sendo assim, estas estratégias atuam de maneira a enfatizar o envolvimento dos estudantes nas atividades, desenvolver suas habilidades, envolvê-los no pensamento de mais alto nível e na exploração de suas atitudes. Algumas destas estratégias incluem, por exemplo, a aprendizagem cooperativa, instrução em pares e a resolução de problemas.

A aprendizagem cooperativa se debruça sobre a ideia de que a cooperação é mais efetiva que a competição entre os estudantes (Prince, 2004). Assim, esta abordagem define uma estratégia com ênfase no trabalho conjunto de pequenos grupos de estudantes para soluções de tarefas acadêmicas (Bonwell e Eison, 1991). Como uma abordagem ativa, seus objetivos visam o melhor aprendizado dos estudantes, juntamente com o desenvolvimento de habilidades sociais. Beck et al. (2005), por exemplo, relatam um aumento gradual do desempenho dos estudantes ao utilizarem seu material de aprendizagem cooperativa.

A instrução em pares (PI), por outro lado, é outra abordagem ativa que permite ao estudante construir seu conhecimento através da resolução individual de uma questão e posterior discussão em pares (Porter et al., 2011). Caceffo et al. (2018) resgatam da literatura que a PI engaja o estudante a partir de atividades conceituais e permite ao instrutor a identificação de problemas de aprendizagem relacionados aos conceitos ensinados.

Outra estratégia de aprendizagem ativa baseada na solução de problemas em sala de aula é o *Think-Pair-Share* (TPS) (Kothiyal et al., 2013). Os estudantes resolvem os problemas individualmente, em seguida em pares, e ao final discutem com todos em sala de aula, compartilhando e debatendo soluções alternativas. Dentre os benefícios desta abordagem, mencionados pela literatura, estão o desenvolvimento de habilidades de raciocínio e o *feedback* imediato aos discentes e instrutores acerca do aprendizado dos estudantes.

Já o método de aprendizagem baseada em problemas (PBL) faz uso da aplicação de questões complexas e abertas no intuito de desenvolver nos discentes habilidades para a criação de estratégias para solução de problemas (Luxton-Reilly et al., 2018). A subseção seguinte aborda mais detalhes sobre este método, uma vez que este é utilizado nesta pesquisa.

2.1.1 O Método PBL

O método PBL, criado por Harold Barrows e primeiramente utilizado na escola de medicina da universidade de McMaster, é também uma estratégia ativa e associa o aprendizado do discente aos processos cognitivos ligados à resolução de problemas do mundo real (Barrows, 1996). A raiz deste método reside nas ideias do filósofo e pedagogo John Dewey, de que o ensino deve ser realizado apelando-se para o instinto de criação e investigação dos estudantes (Delisle, 1997). Apesar de diferentes instituições criarem variações deste método, de forma a atender seus critérios e exigências, Barrows (1996) traz uma definição básica contendo as características centrais do PBL. Primeiramente, a aprendizagem deve ser centrada no estudante, sendo que este deve ser responsável pelo seu aprendizado. Além disso, a aprendizagem deve ocorrer em pequenos grupos de estudantes, com os professores, também chamados tutores, induzindo os discentes a questões que levem à compreensão do problema. Os problemas, por sua vez, constituem o estímulo para a aprendizagem, representando o desafio que os discentes enfrentarão na prática e provendo relevância e motivação. Segundo Delisle (1997), os problemas PBL ainda promovem uma aprendizagem interdisciplinar, uma vez que espelham o mundo real e, assim, permitem a criação de conexões entre diversas disciplinas. Durante todo este processo de aprendizagem autodirigida, os estudantes trabalham em grupos, discutem e revisam o que foi aprendido (Barrows, 1996).

De acordo com Barrows (1986), a depender do design, o método PBL pode trabalhar importantes objetivos educacionais, com o desenvolvimento de habilidades de solução de problemas, que incluem a criação de hipóteses, a análise de dados e a

tomada de decisões. As habilidades de autoavaliação e aprendizagem autodirecionada também são trabalhadas, tornando o estudante sensível às suas necessidades de aprendizagem e na busca por fontes de informação apropriadas. Finalmente, outro objetivo educacional também abordado é o aumento da motivação para o aprendizado por meio da relevância e do desafio do trabalho.

Delisle (1997) aborda também habilidades adicionais trabalhadas com o método. De acordo com o autor, PBL promove o aprendizado colaborativo, desenvolvendo habilidades no trabalho em equipe, ao passo que os estudantes aprendem uns com os outros e trabalham juntos na solução do problema. Também desenvolve a liderança, uma vez que os estudantes se encarregam de suas equipes. Segundo Allen et al. (2011), PBL ainda têm o potencial em desenvolver outras habilidades, denominadas “*soft*”, além do trabalho em equipe, como a pesquisa, a leitura, escrita e a comunicação.

Barrows (1986) ainda cita variáveis importantes no design de PBL. Ele inclui o design e formato dos problemas, o grau de envolvimento do professor no processo de aprendizagem, seu nível de compreensão e habilidades, e a sequência na qual os problemas são oferecidos e as informações são adquiridas. Estas variáveis seriam capazes de interferir no alcance dos objetivos educacionais propostos pelo método.

Ao projetar um problema, este deve estar bem situado no currículo e deve ser capaz de estimular e desenvolver o conhecimento e habilidades adequadas nos estudantes (Delisle, 1997). O problema também deve estar atrelado às experiências dos discentes, de modo a despertar o interesse e oferecer propósito ao trabalho. Além disso, deve permitir uma variedade de estratégias de ensino e aprendizagem, o que significa que não deve oferecer uma única solução correta ou uma única forma de alcançar uma solução, já que estudantes diferentes possuem preferências de aprendizagem distintas. Os problemas também devem ser fracamente estruturados, no sentido de que os estudantes devem precisar pesquisar e reunir as informações de necessitam para alcançar soluções. Finalmente, também não deve ser nem tão fácil nem tão difícil, ou não fomentará o desenvolvimento dos aprendizes.

Dentre os papéis do professor, estão, inicialmente: o desenvolvimento de um problema apropriado, com a escolha do tema, dos conteúdos e habilidades que serão abordados (Delisle, 1997); o estabelecimento de um clima confortável para participação de todos os estudantes; a atuação como guia do processo de aprendizagem, auxiliando na conexão dos estudantes com o problema, revisitando o problema e encorajando a independência nos discentes. Além disso, o professor também deve avaliar desde a efetividade do problema, a qualidade do trabalho dos discentes e até mesmo autoavaliar seu sucesso na atuação como um facilitador.

O processo/ciclo

A independência e a autonomia provida pelo PBL torna necessário seguir um processo bem planejado para que a experiência obtenha êxito (Delisle, 1997).

Hmelo-Silver (2004) apresenta um conjunto de etapas que devem ser seguidas ao utilizar o método. Inicialmente, há a fase de apresentação do problema aos discentes com a seguinte análise e identificação dos fatos relevantes capazes de representá-lo. Em seguida, com uma melhor compreensão do problema, os estudantes passam a formular ideias e questões. Estas questões devem estar associadas às deficiências de aprendizado que devem ser pesquisadas no processo de estudo autodirigido. Sobre o que é estudado e aprendido, os estudantes avaliam as hipóteses das possíveis soluções levantadas. Como última etapa do ciclo, ao final do problema, é realizada uma reflexão acerca do conhecimento adquirido.

Nuutila et al. (2005) também trazem uma abordagem similar do ciclo PBL. Inicialmente os estudantes têm o primeiro contato e se familiarizam com o problema. Em seguida passam por uma etapa de *brainstorming*, levantando ideias sobre o problema e criando associações com conhecimentos prévios. Conceitos importantes são identificados em um modelo explanatório. Metas de aprendizagem são estabelecidas a partir de conceitos ainda confusos e desconhecidos. Os estudantes têm um período de estudo para trabalhar de maneira independente, mais ou menos uma semana. Nesse período, os discentes reúnem informações de forma a cumprir as metas de aprendizagem estabelecidas. Finalmente, é realizada uma discussão de fechamento do problema, acerca do que foi aprendido e produzido.

Apesar de ter sido criado originalmente para o contexto de educação em medicina, o método PBL ganhou terreno em diversas outras áreas, tais como a odontologia e a enfermagem (Delisle, 1997). Também passou a englobar não apenas a educação superior mas até mesmo o ensino fundamental. No ramo da educação em computação, PBL tem sido adotado em todos os estágios dos currículos de graduação e pós-graduação, sendo mais popular nas áreas de engenharia de software e programação (O'Grady, 2012). Mesmo assim, esta introdução do método nos currículos ainda é superficial, sendo por vezes utilizado apenas como último recurso na melhora do desempenho dos estudantes. Em um mapeamento sistemático, Oliveira et al. (2013) apontam que ainda há desafios na aplicação do método e na escolha dos problemas a serem utilizados. Mesmo assim, PBL tem oferecido benefícios como o desenvolvimento das habilidades dos estudantes e uma melhor visão crítica acerca dos assuntos. Luxton-Reilly et al. (2018) também sugerem em seu estudo que muitos trabalhos com PBL relatam o aumento da motivação e interatividade social dos estudantes. Alguns estudos ainda apontam melhoras nos índices de aprovação gerais. Outros sugerem que PBL desenvolve atitudes mais positivas nos estudantes e os auxilia a reter melhor os conteúdos aprendidos (Prince, 2004).

Trabalhos Relacionados

Ambrósio e Costa (2010) realizaram um estudo combinando o uso de tecnologias móveis e o método PBL na remodelagem de um curso introdutório de programação de computadores. Os resultados do trabalho mostraram uma diminuição da taxa de reprovação, a qual caiu de 45%, nos anos anteriores, para 21%. Os autores atribuíram

este fato principalmente à ênfase dada ao desenvolvimento da habilidade de solução de problemas com PBL. Os autores também concluíram que o uso de tecnologias móveis concedeu flexibilidade para o compartilhamento de ideias e a metodologia proposta obteve uma influência positiva sobre a aprendizagem dos estudantes e os tornou mais independentes, proativos e aptos ao trabalho em grupo.

Outra experiência em um curso introdutório de ciência da computação realizou uma comparação entre três práticas de ensino: aulas expositivas, PBL e PI (Caceffo et al., 2018). Foi escolhido o curso de Sistemas de Informação e a linguagem de programação C. A análise dos dados mostrou um impacto positivo de PBL e PI no aprendizado e na motivação dos estudantes quando comparados ao método de aulas expositivas, sendo que PBL obteve escores ainda maiores nestes quesitos. As aulas expositivas foram consideradas tediosas e cansativas.

Ribeiro e Bittencourt (2018) apresentaram um relato de experiência sobre o curso de programação avançada (CS2) em nossa instituição, o qual também utiliza PBL. Neste estudo, os autores utilizaram observações e entrevistas semiestruturadas para descrever os resultados em uma narrativa temporal das sessões tutoriais PBL. As lições aprendidas revelaram que este método possibilita a aquisição de habilidades pessoais, interpessoais e técnicas. Contudo, pode trazer dificuldades aos professores em termos de como intervir nos tutoriais, elaborar os problemas, lidar com os conflitos entre os estudantes e como avaliá-los. Em outro trabalho, Ribeiro e Bittencourt (2019), ainda sob uma ótica qualitativa, reiteram os resultados do trabalho anterior e reforçam que a organização do curso como um estudo integrado enriquece o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, tornando a aprendizagem uma experiência significativa.

Nuutila et al. (2005) apresentam sua experiência de cinco anos na implementação de um curso de programação introdutória utilizando a linguagem Java e o método PBL complementado com outros métodos de ensino. As lições aprendidas com suas tentativas de identificar as melhores práticas com PBL são mostradas juntamente com uma análise de seus recursos e benefícios. Eles relatam a eficácia das sessões tutoriais PBL na criação de motivação para aprender conceitos abstratos e mostram uma redução nas taxas de evasão de 45%, nos anos anteriores, para 17%, após a adoção de PBL.

No intuito de investigar a eficácia do método PBL e de sua combinação com o uso de robôs LEGO Mindstorms (PBL + LM) sobre a motivação dos estudantes, Lykke et al. (2014) realizaram um experimento controlado em uma disciplina de introdução à programação. Neste estudo, os autores compararam a motivação de um grupo controle de estudantes vivenciando uma abordagem tradicional de ensino baseada em aulas expositivas com grupos distintos vivenciando a abordagem PBL e o PBL + LM. Os resultados indicaram que o design do método PBL parece estimular melhor a colaboração, interação e o bem-estar emocional dos estudantes. Enquanto isso, na abordagem PBL + LM, os robôs motivam os discentes, apesar de estes não se sentirem seguros sobre estarem aprendendo o que deveriam aprender. Já as

aulas tradicionais proveem mais segurança em termos de conteúdo teórico. Contudo, devido à pouca experiência prática, podem ser estressantes.

Santos et al. (2014) propuseram o chamado xPBL, um modelo de ensino-aprendizagem baseado em PBL e focado nos elementos que reforçam os princípios do método PBL: o problema, o ambiente, o “capital humano”, o conteúdo e o processo de avaliação. Eles descrevem o planejamento de um curso de mestrado em design de artefatos digitais utilizando o método proposto. Concluem que a divisão do xPBL em elementos gerenciáveis foi efetivo no planejamento do curso de mestrado apresentado. Sobre os elementos do xPBL, o trabalho ressalta a importância em abordar problemas reais que motivem os estudantes e sugere a apresentação dos problemas em formato de projetos. Também abordam a necessidade de fornecer um ambiente de aprendizagem que se assemelhe às condições de trabalho reais.

2.2 Sentimentos

De acordo com o Dicionário Técnico de Psicologia, sentimento é uma “Disposição complexa da pessoa, predominantemente inata e afetiva, com referência a um dado objeto (outra pessoa, coisa ou ideia abstrata), a qual converte esse objeto naquilo que é para a pessoa” (Cabral e Nick, 1996). Pinto (2007) traz da literatura a definição de sentimento como um estado psicológico em relação ao qual se atribui valor a um objeto, pessoa ou experiência. Segundo este autor, um exemplo de sentimento seria a ternura ou carinho.

No contexto da educação em computação, Luxton-Reilly et al. (2018) englobam as atitudes e o engajamento dentro do escopo dos sentimentos. Além disso, ainda no contexto do engajamento, os autores incorporam também a motivação. Por outro lado, ambas, a motivação e as atitudes, inclusive, podem ser interpretadas em Lishinski e Yadav (2019) como precursoras do engajamento. Segundo os autores, a motivação se refere aos mecanismos psicológicos que levam os indivíduos a se engajar e persistir em comportamentos. Já as atitudes são resgatadas da literatura pelos autores como as crenças, emoções e julgamentos sobre entidades externas. Quanto ao engajamento, este é colocado como a maneira como um indivíduo se comporta quando possui atitudes positivas, no caso, considerando o contexto educacional, em relação a determinado assunto acadêmico.

Definições mais detalhadas da motivação, do engajamento e das atitudes podem ser vistas nas subseções a seguir. Vale destacar que este trabalho engloba estas três variáveis também no escopo dos sentimentos.

2.2.1 Motivação

Keller (2010) define a motivação como aquilo que uma pessoa deseja, escolhe e se compromete a fazer. Assim, a motivação explica a direção e magnitude do comportamento e quão ativamente ou intensamente busca-se determinada meta. De maneira

mais sucinta, a motivação é definida como o processo que instiga e sustenta as atividades direcionadas a objetivos (Cook e Artino Jr, 2016). A literatura apresenta diversas teorias sobre motivação. Cook e Artino Jr (2016) apresentam uma visão geral de algumas teorias contemporâneas sobre a motivação para o aprendizado, como a teoria social-cognitiva, da autodeterminação e a do valor-expectativa.

A teoria social-cognitiva defende que o indivíduo é tanto um produto quanto um agente modificador do ambiente em que se encontra (Cook e Artino Jr, 2016). Assim, a motivação de um estudante é determinada pelas interações recíprocas de seus pensamentos com a natureza do ambiente de aprendizagem e suas atitudes. Ainda de acordo com esta teoria, a autoeficácia constitui base para uma atitude motivada. A autoeficácia pode ser definida como a crença de um indivíduo em sua capacidade de produzir resultados. Experiências e atitudes anteriores, bem como interpretações de outros fatores ao longo da tarefa, afetam o senso prévio e futuro de autoeficácia do estudante. Assim, emoções positivas aumentam o senso de autoeficácia, enquanto emoções negativas a prejudicam.

Esta teoria ainda traz consigo o conceito de autorregulação, uma vez que os estudantes autorregulam seus pensamentos e atitudes no contexto em que se encontram (Cook e Artino Jr, 2016). A aprendizagem autorregulada é focada, justamente, na maneira como os estudantes ativam e sustentam suas práticas de aprendizagem nos diferentes contextos (Zimmerman, 1986). O uso de estratégias de autorregulação, tais como a autoavaliação, organização e o automonitoramento, é visto como capaz de melhorar as percepções de autonomia e autoeficácia dos estudantes.

De acordo com a teoria da autodeterminação, a motivação de um estudante pode variar da amotivação, ou total falta de interesse, à motivação intrínseca, na qual o indivíduo apresenta um interesse intrínseco e é altamente produtivo (Cook e Artino Jr, 2016). Neste último caso, três fatores estimulam a motivação intrínseca em um indivíduo: a autonomia, por meio de oportunidades de escolha e o senso de responsabilidade pessoal; a autoeficácia, com o fornecimento de bons *feedbacks*; e a afinidade, na qual o indivíduo sente pertencer ao ambiente em que está, é respeitado e bem tratado. Finalmente, entre a amotivação e a motivação intrínseca, ainda há a chamada motivação extrínseca, na qual o sujeito é movido por influências externas, como objetivos de carreira e prazos, e diferentes níveis de regulação o mantêm comprometido.

Já a teoria do valor-expectativa, afirma que a motivação é reconhecida como uma função do valor ou interesse atribuído pelo indivíduo à sua atividade e da sua expectativa de sucesso (Cook e Artino Jr, 2016). Ambas as variáveis são estabelecidas por fatos, contextos e ambientes que são interpretados pelo indivíduo (no caso, o estudante), a partir de suas percepções. Wigfield (1994) resgata da literatura que a expectativa de sucesso representa a crença de um indivíduo em como ele irá se sair em uma dada tarefa. Três categorias de fatores motivacionais contribuem para a formação da expectativa: as metas de aprendizagem, a autoconceituação ou impressões do indivíduo sobre sua capacidade em determinado domínio e o grau de

difficuldade da tarefa percebido pelo estudante (Cook e Artino Jr, 2016). Já o valor da tarefa é formado pelas memórias afetivas do estudante, como experiências prévias, por exemplo. Wigfield (1994) também resgata um conceito de valor da tarefa que representa as crenças sobre como uma dada tarefa atende às necessidades de um indivíduo. Também apresenta os seguintes componentes que contribuem para o estabelecimento deste valor: o *interesse intrínseco* do estudante pela tarefa, sobre o qual ele obtém prazer em efetuá-la, a *utilidade prática* desta tarefa, ou seja, como ela se encaixa nos planos do estudante, seu *valor de realização*, ou seja, a importância em se dar bem e, os *custos* ao negligenciar outras atividades ao priorizar a tarefa em questão ou o esforço antecipado que deverá ser aplicado nesta tarefa. Cook e Artino Jr (2016) destacam que, em um contexto de aprendizagem, o valor da tarefa possui maior associação à escolha dos assuntos a serem estudados, enquanto a expectativa de sucesso está mais atrelada ao desempenho e engajamento do estudante. Ainda assim, para que haja motivação, tanto a expectativa de sucesso quando o valor da tarefa não devem ser nulos. Ou seja, os estudantes que não acreditam que irão obter sucesso não estarão motivados não importa o quanto valorizem o potencial resultado e vice-versa (Jenkins, 2001a).

De acordo com Jenkins (2001b), a motivação é um elemento chave para o aprendizado. O estudante deve estar motivado ou não obterá sucesso nas tarefas acadêmicas. Direcionando para a área da aprendizagem de programação, este autor infere que esta é uma disciplina prática e que, portanto, os estudantes precisam estar motivados para dispor tempo na prática de exercícios. Ao permear os tipos de motivação e a teoria do valor-expectativa, o autor ainda afirma que os instrutores devem compreender as causas que levam os estudantes a atribuir valor aos resultados em uma disciplina de programação e devem assegurar que estes discentes também tenham uma expectativa em obter sucesso.

Nesse sentido, Keller (2010) apresenta um conjunto de princípios e métodos motivacionais que podem ser utilizados por instrutores para projetar ambientes de aprendizagem que estimulem a motivação dos estudantes. Assim, o autor fornece uma abordagem validada, com fortes bases teóricas, para análise de problemas motivacionais e o design de soluções de ensino-aprendizagem.

O modelo ARCS de motivação foi proposto no intuito de guiar instrutores em questões voltadas aos fatores que influenciam a motivação do estudante e os tipos de estratégias a serem adotadas (Keller, 2010). O ARCS apresenta quatro componentes: *Atenção*, *Relevância*, *Confiança* e *Satisfação*. Estas categorias organizam e agrupam um conjunto de conceitos motivacionais extraídos da literatura sobre motivação. Desta forma, elas fornecem uma visão geral das principais dimensões da motivação humana, principalmente no contexto da aprendizagem.

O modelo ARCS se baseia no *Macromodelo de Motivação e Desempenho*, em que os fundamentos psicológicos primários provém da teoria do valor-expectativa (Keller, 2010). A curiosidade (Atenção) e os motivos (Relevância) compõem o *Valor*, enquanto a expectativa/esperança (Confiança) compõe a *Expectativa*. A *Satisfação*

surge como uma consequência dos resultados do desempenho do estudante. Completar uma tarefa com sucesso e obter o resultado esperado afetará a expectativa de sucesso futura do estudante. Da mesma forma, ao experimentar a satisfação com os resultados obtidos, o estudante também agregará valor aos seus objetivos futuros.

O modelo ainda engloba as influências do ambiente externo sobre a motivação e desempenho do estudante (Keller, 2010). Assim, a motivação é influenciada pela extensão do quanto o educador e os materiais instrucionais despertam a curiosidade dos estudantes e do quanto oferecem um conjunto relevante de estímulos e desafios que encorajam a confiança sem gerar elementos estressantes. As características dos materiais instrucionais, tais como objetivos claros, exemplos e atividades, também possuem influência sobre o desempenho.

Em suma, Keller (2010) define os quatro componentes do modelo ARCS da seguinte maneira: a *Atenção* diz respeito ao uso de elementos que estimulam e mantêm a curiosidade e interesse dos estudantes, direcionando sua atenção para os objetivos de aprendizagem; a *Relevância* se relaciona ao encontro das necessidades e metas pessoais do discente, que deve sentir que a instrução está diretamente ligada aos seus objetivos e interesses; a *Confiança* está ligada a tornar os estudantes esperançosos em obter e controlar seu sucesso, sendo que os discentes podem ter certos receios ou problemas que os impeçam de aprender efetivamente ou podem acreditar erroneamente que já dominam o conteúdo e negligenciar detalhes importantes; e a *Satisfação* está relacionada às sensações positivas como consequência do aprendizado. Ela estimula a continuidade da vontade de aprender e pode resultar de fatores intrínsecos ou extrínsecos. Estes quatro componentes englobam os principais fatores que influenciam a motivação.

Em uma extensão do modelo ARCS, o ARCS-V, Keller (2010) ainda aborda não apenas a motivação, mas a volição, que faz menção às ações realizadas para atingir determinado objetivo. Com duas fases, a volição apresenta o momento do planejamento da pré-ação, com a formação das intenções e compromissos do indivíduo em direção ao objetivo, e o momento do controle da ação, com o uso de estratégias de autorregulação como o controle do ambiente, das emoções e da motivação.

Keller (2010) ainda aborda o processo de design motivacional para o planejamento da instrução. Contudo, não o abordamos aqui uma vez que não utilizamos de tal processo. Finalmente, este autor também provê instrumentos validados para mensuração da motivação do estudante em diferentes contextos de aprendizagem. Estes instrumentos são abordados no Capítulo 3 deste trabalho.

Trabalhos Relacionados

Jenkins (2001b) realizou um estudo investigando a motivação de estudantes em uma disciplina de CS1 no intuito de compreender as razões das mudanças ocorridas no estilo de ensino-aprendizagem de programação. O autor investigou os seguintes tipos de motivação: intrínseca, extrínseca, social, de realização/satisfação pessoal e a motivação nula. Os resultados indicaram que grande parte dos discentes apresentavam

uma motivação extrínseca na busca pelo diploma. Ao mesmo tempo, outra grande parte dos estudantes também apontaram buscar a graduação na área pelo aprendizado (motivação intrínseca). Apesar disso, os resultados também mostraram que, para a maior parte dos discentes, a disciplina de programação cursada era apenas uma parte obrigatória de seus cursos de graduação. Para o autor, isto significa que os estudantes estão com uma visão mal formada da programação e das habilidades necessárias ao mercado.

Ramalingam et al. (2004) avaliaram o efeito da autoeficácia e dos modelos mentais sobre o desempenho de estudantes em uma disciplina de CS1. Mediram os valores de pré- e pós-autoeficácia na disciplina utilizando o questionário *Computer Programming Self-Efficacy Scale*. Também desenvolveram, para o estudo em questão, questionários para mensurar a experiência prévia dos estudantes com a computação e seus modelos mentais. Os resultados mostraram que a experiência prévia é um forte preditor da pré- e pós-autoeficácia dos estudantes. Também indicaram que tanto os modelos mentais como a autoeficácia afetam o desempenho no curso. Finalmente, também encontraram que modelos mentais bem desenvolvidos aumentam o senso de autoeficácia dos discentes.

Seguindo os princípios da teoria social-cognitiva, Kinnunen e Simon (2011) realizaram um estudo analisando as percepções de autoeficácia de estudantes de uma disciplina de CS1 ao realizarem tarefas de programação. Conduziram uma pesquisa qualitativa por meio da realização de entrevistas sucessivas com alguns dos discentes da disciplina. Dentre as lições aprendidas, estão a importância de os instrutores buscarem compreender o que mantém um estudante com uma percepção positiva de autoeficácia mesmo em face a dificuldades. Assim, os autores sugerem o encorajamento dos estudantes em enxergar suas experiências negativas no contexto de um curso. Também sugerem fornecer aos discentes parâmetros e objetivos claros e simples em uma tarefa, tornando o progresso visível e, assim, auxiliando na melhoria de suas percepções de autoeficácia.

Bergin et al. (2005) investigaram a existência de relações entre a aprendizagem autorregulada e o desempenho dos estudantes em uma disciplina de CS1. Utilizando o instrumento *Motivated strategies for learning questionnaire* (MSLQ), baseado na teoria da aprendizagem autorregulada, os autores mediram a motivação dos estudantes e suas estratégias de aprendizagem. Os resultados mostraram que os estudantes com elevada motivação intrínseca obtiveram um melhor desempenho e utilizaram de mais estratégias metacognitivas e de gerenciamento de recursos. Os resultados também apontaram que elevados níveis de valor de tarefa se correlacionam com o melhor desempenho do discente.

Gomes et al. (2018) desenvolveram um estudo buscando mensurar a motivação de estudantes em uma turma de programação introdutória e verificar a correlação entre a motivação e o desempenho destes discentes. Neste trabalho, foram aplicados instrumentos baseados no modelo ARCS de motivação. Os resultados ressaltaram a importância da motivação e do papel do professor em conhecer as habilidades dos

discentes e em fornecer *feedback*. Também apontaram a existência de uma correlação positiva e capacidade preditiva significativa das categorias do modelo ARCS com o aprendizado dos estudantes. Os autores também concluíram pela necessidade da realização de mais pesquisas sobre estratégias pedagógicas que visem aumentar a motivação, a confiança e as percepções de competência dos alunos.

Santana et al. (2018) apresentam uma experiência de mudança da abordagem de ensino de programação, também em nossa instituição de ensino, buscando atenuar as dificuldades e motivar estudantes *non-majors* de CS1. A abordagem proposta combinou o uso do *Scratch*, seguido do uso do Python em diferentes contextos. Os autores utilizaram o questionário IMMS, baseado no modelo ARCS, para medir a motivação dos alunos e observar as possíveis mudanças nos resultados da disciplina. Ao final do estudo, os autores notaram que a abordagem proposta, com atividades de nível de dificuldade incremental e *feedback* imediato, influencia positivamente na motivação dos discentes.

2.2.2 Engajamento

Diversos autores usam conceituações distintas para o termo engajamento, o que confere uma certa falta de clareza acerca de sua definição (Appleton et al., 2008). Ainda assim, de maneira genérica, o engajamento de um estudante pode ser definido como o seu nível de envolvimento e participação no processo de aprendizagem (Hu e Li, 2017). A literatura também integra a este conceito o papel da instituição de ensino. Neste sentido, baseado nas definições de diversos autores, Trowler (2010) condensa a definição e o caráter do termo “engajamento do estudante”, como a interação entre o tempo, o esforço e o investimento de recursos, tanto do discente quanto da instituição de ensino, a fim de proporcionar uma melhor experiência para o estudante, melhorar também seu desenvolvimento e resultados de aprendizagem e até mesmo levantar a reputação da própria instituição.

Ainda sobre a definição de engajamento, Krause (2005) utiliza o termo “inércia” como sendo seu oposto e, assim, sugere que este termo representa justamente aqueles estudantes que não buscam ativamente pelas oportunidades de se engajar em sua comunidade de ensino. Da mesma forma, estes estudantes falham em sua autorregulação e automotivação. Sob uma perspectiva diferente, Schaufeli e Bakker (2003), classificam o engajamento como sendo a presença de altos níveis de energia e a forte identificação do indivíduo com suas atividades. Para estes autores, o oposto do engajamento representa o esgotamento ou *burnout*, no qual, por contraste, encontram-se baixos níveis de energia e uma fraca identificação do indivíduo com suas tarefas.

Krause (2005) também apresenta duas outras extensões para o engajamento. Uma delas retrata o engajamento do estudante com seus estudos como algo similar a um compromisso, semelhante a uma simples inclusão de atividades em uma agenda de tarefas. A outra descreve o engajamento na universidade como o envolvimento em uma batalha. Isto pode ocorrer quando a cultura da universidade é estrangeira ou pouco convidativa para o estudante.

O engajamento é um construto multidimensional (Appleton et al., 2008). Diferentes pesquisadores propõem dimensões distintas para o engajamento. Contudo, três dimensões se mantêm relativamente comuns para a maioria (Kanaparan, 2016). Trowler (2010) resgata-as da literatura e lista estas três dimensões do engajamento do estudante. A primeira, determina a dimensão do *Engajamento Comportamental*, no qual o estudante cumpre os quesitos de comportamento adequado, tais como a presença, a participação e o envolvimento (Trowler, 2010). Alguns modelos ainda incluem nesta dimensão fatores como o esforço e a persistência (Kanaparan, 2016). A segunda dimensão caracteriza o *Engajamento Emocional*, sob o qual o discente vivencia reações emocionais tais como a sensação de pertencimento e satisfação (Trowler, 2010). Ainda há sensações como identificação, interesse e valor (Kanaparan, 2016). Finalmente, a terceira dimensão, o *Engajamento Cognitivo*, determina estudantes focados em seu aprendizado e que apreciam os desafios (Trowler, 2010). Outros fatores incluem a autorregulação e metacognição (Kanaparan, 2016). Trowler (2010) ainda afirma que um estudante pode se engajar positiva ou negativamente em qualquer uma destas dimensões ou até mesmo não se engajar em uma ou mais delas. Apesar de as dimensões comportamental e cognitiva serem consenso nos diversos modelos da literatura, a dimensão emocional, mesmo apresentando indicadores similares, pode ser tratada em diferentes modelos através de vários termos, tais como engajamento motivacional, psicológico ou afetivo (Kanaparan, 2016).

Além do papel do estudante em investir tempo e esforço em suas atividades, existe também o papel do corpo docente e da instituição de ensino (Trowler, 2010). Christenson et al. (2012) tratam da importância do contexto provido em sala de aula, uma vez que ele influencia oferecendo suporte ou ameaçando as necessidades, objetivos e valores do estudante. Assim, faz-se importante a atuação do professor em oferecer um ambiente de suporte à motivação e ao engajamento dos estudantes. Krause (2005) também apresenta alguns princípios para o aumento do engajamento estudantil. Alguns deles são: a manutenção de um ambiente estimulante por meio da adoção de estruturas curriculares coerentes e atuais e do estímulo a discussões e debates; a garantia de que as expectativas sejam explícitas e receptivas a todos, estimulando altos padrões de ensino e aprendizagem; a oferta de oportunidades de aprendizagem ativa e colaborativa; o fornecimento de estratégias de autogerenciamento, desenvolvendo estudantes autorregulados capazes de conduzir seus próprios comportamentos de engajamento e discutindo estratégias para gerenciamento de tempo e manutenção da motivação; e o uso das avaliações para encorajar o engajamento, fornecendo *feedback* e tarefas avaliativas de maneira contínua e com antecedência, por exemplo.

Em outro contexto, Schaufeli e Bakker (2003) apresentam um conceito de engajamento voltado para o trabalho (transferível ao contexto educacional), o qual se caracteriza por um estado de mente positivo, de realização, relacionado ao trabalho. Segundo este conceito, o engajamento não é um estado momentâneo, mas um estado afetivo-cognitivo persistente. Três escalas representam esta definição. O *Vigor* se caracteriza por altos níveis de energia, resiliência, persistência e esforço do indivíduo em seu trabalho (Schaufeli et al., 2002b). A *Dedicação* se refere ao forte

envolvimento e identificação do indivíduo com seu trabalho e pelo senso de significado, entusiasmo e desafio. A *Absorção* determina a total concentração, foco e controle, além da dificuldade em se dissociar do trabalho acompanhado de um senso de felicidade. Schaufeli e Bakker (2010) associam as dimensões das conceitualizações acadêmicas do engajamento com as três escalas do modelo proposto, onde há o componente comportamental (vigor), emocional (dedicação) e cognitivo (absorção).

O conceito de engajamento discutido acima surgiu de maneira a contrariar a forma de Maslach e Leiter (2008b) de identificar e mensurar o engajamento por meio do conceito oposto de esgotamento e suas escalas, as quais são medidas pelo instrumento MBI (*Maslach Burnout Inventory*) (Schaufeli e Bakker, 2010). O esgotamento é definido por meio de três escalas: a *exaustão*, que representa a sensação de excesso de esforço e cansaço; o *cinismo*, que reflete uma resposta negativa, insensível ou desapegada ao trabalho; e a *ineficácia*, que representa sentimentos de incompetência e falta de produtividade (Maslach e Leiter, 2008a). Assim, segundo este modelo, o engajamento seria caracterizado pela energia, envolvimento e eficácia, os opostos diretos das escalas do esgotamento, e seria indicado por baixos escores de exaustão e cinismo e escores elevados de eficácia (Schaufeli e Bakker, 2010). No entanto, Schaufeli e Bakker (2003) descrevem o engajamento e o esgotamento como termos independentes, distintos e negativamente relacionados e, portanto, devendo ser mensurados por instrumentos diferentes. Como conceitos opostos, suas escalas também são negativamente relacionadas. O vigor e a dedicação são considerados opostos à exaustão e o cinismo, respectivamente, sendo a dimensão vigor–exaustão rotulada como *ativação* e a dimensão dedicação–cinismo, *identificação* (Schaufeli e Bakker, 2004). Contudo, o oposto da terceira escala do esgotamento, a eficácia, não foi incluído neste novo conceito de engajamento. Após pesquisas e discussões, concluiu-se que, ao invés da eficácia, o engajamento é melhor caracterizado pela imersão e absorção no trabalho, a escala denominada *Absorção*. Foi então desenvolvido um novo instrumento, projetado para mensurar as três escalas propostas – vigor, dedicação e absorção – as quais, por sua vez, contemplam os diversos fatores encontrados nas três dimensões do contexto educacional citados acima. Este instrumento, adotado em nossa pesquisa, é apresentado no Capítulo 3 deste trabalho.

Schaufeli e Bakker (2003) ainda determinam que o engajamento positivo no trabalho está associado às características do ambiente tais como recursos disponibilizados, motivadores, *feedback* de desempenho, autonomia, variedade de tarefas e pelo suporte social de colegas e superiores. Os autores também salientam a relação positiva entre a autoeficácia e o engajamento. A autoeficácia pode tanto preceder o engajamento quanto sucedê-lo e, assim, possivelmente estabelecer um ciclo em que a autoeficácia gera o engajamento que, por sua vez, aumenta o senso de autoeficácia. Christenson et al. (2012) também pontuam características similares para o ambiente educacional contribuir com o engajamento do discente e afirmam que a autoeficácia auxilia na manutenção da motivação e engajamento dos estudantes em suas atividades de aprendizagem. Assim, ao sentir uma autoeficácia baixa e perceber um progresso inadequado, o estudante se ajusta e melhora seu aprendizado, o que em retorno,

realimenta o engajamento. Mesmo assim, os autores pontuam que uma autoeficácia positiva não necessariamente indica uma forte motivação e engajamento, já que o discente pode se sentir confiante em seu aprendizado mas se sentir desconectado do ambiente escolar e se sentir desengajado, por exemplo.

Além dos possíveis fatores que afetam o engajamento, Schaufeli e Bakker (2003) ainda descrevem um conjunto de possíveis consequências de um engajamento positivo. Alguns deles seriam atitudes mais positivas, o senso de satisfação, o comportamento proativo, a motivação para o aprendizado e um melhor desempenho.

Estendendo seu modelo para o contexto educacional, Schaufeli et al. (2002a) afirmam que o esgotamento de um estudante representa a sensação de exaustão devido às demandas de estudo, atitudes desapegadas em relação a estes estudos e o sentimento de incompetência. Um estudante engajado, então, teria um estado mental positivo e se sente realizado em relação às suas tarefas. As categorias de esgotamento e engajamento permanecem com o mesmo significado, porém voltadas aos estudos. Estes autores também identificam que o desempenho acadêmico está relacionado negativamente ao esgotamento e positivamente, ao engajamento.

Em relação à comparação da motivação com o engajamento, enquanto alguns pesquisadores utilizam ambos os termos como sinônimos, de modo geral, a maior parte dos pesquisadores buscam trazer claras distinções entre eles (Kanaparan, 2016). Christenson et al. (2012) diferenciam os termos segundo a ideia de que a motivação é um construto privado e psicologicamente não observável que atua como uma causa para o engajamento, que seria o efeito e constitui o comportamento que pode ser publicamente observável. Mesmo assim, apesar de necessária, a motivação não é suficiente para o engajamento, uma vez que um indivíduo pode apresentar motivação mas não estar engajado na atividade (Appleton et al., 2008).

Diversos trabalhos abordam relações robustas entre o investimento de tempo, esforço e interesse dos discentes e a melhora de seu desempenho e satisfação (Trowler, 2010). Dentre alguns dos resultados favoráveis relacionados ao engajamento dos estudantes apontados nestes trabalhos, estão: o pensamento crítico, o desenvolvimento cognitivo, a competência prática e transferibilidade de habilidades, a persistência e a satisfação do estudante e a melhora de suas notas de desempenho. No âmbito da programação introdutória, Kanaparan (2016) aponta uma lacuna no que diz respeito a pesquisas que realizem uma análise do efeito do engajamento dos estudantes sobre seu desempenho nestas disciplinas. Mesmo assim, o autor também aponta a existência de algumas pesquisas que sugerem evidências indiretas de que o engajamento provavelmente exerce uma influência no desempenho em programação. Algumas destas evidências seriam o desengajamento nas tarefas de programação ao não conseguir solucionar erros e a identificação do esforço (indicador do engajamento comportamental) como preditor de sucesso.

Trabalhos Relacionados

Em um estudo exploratório, Wiedenbeck et al. (2007) investigaram fatores que podem prever o aprendizado de programação introdutória de estudantes *non-majors* em computação. Os autores utilizaram de questionários validados para mensurar fatores como: a experiência prévia dos discentes com o uso de softwares e em programação, as crenças dos discentes acerca de sua autoeficácia em softwares e programação, a propensão ao comportamento exploratório e imaginativo ao executar uma tarefa de computador e o interesse pelas diversas atividades da computação. Os resultados apontaram para o interesse em computação (sendo o interesse um fator ligado ao engajamento) como um previsor direto do desempenho em programação. Contudo, os outros fatores não foram apontados como previsores diretos do desempenho, mas atuaram como previsores do interesse em computação.

Kothiyal et al. (2013) investigaram o engajamento de estudantes de uma disciplina de CS1 em uma sala de aula estendida ao realizarem atividades com a abordagem *Think-Pair-Share* (TPS). Os autores realizaram a pesquisa, de fato, segundo o conceito de engajamento e, desenvolveram, validaram e utilizaram um protocolo de observação para mensurar o engajamento dos estudantes. Os resultados revelaram que o percentual de estudantes totalmente ou muito engajados com as atividades da abordagem, foi de 83%, em média. Também sugeriram que há uma probabilidade significativa de que estudantes com baixo estado de engajamento na fase *Think* da abordagem, irem para um estado mais alto de engajamento na fase *Pair*, momento em que saem da fase individual para trabalhar em pares.

Corney et al. (2010) avaliaram o *redesign* de uma disciplina de introdução à programação para estudantes da área de tecnologia da informação. Dentre as mudanças ocorridas na disciplina, algumas incluíram a adoção da linguagem Python e a introdução de conceitos básicos de banco de dados e desenvolvimento web com HTML. Também foi adotada a abordagem de programação em pares no intuito de desenvolver nos estudantes habilidades por meio da aprendizagem colaborativa. Os resultados mostraram uma diminuição da taxa de reprovação e uma melhora acentuada nas taxas de frequência dos estudantes (fator ligado à dimensão comportamental do engajamento). Os autores acreditam que as mudanças realizadas na disciplina resultaram em um melhor engajamento dos estudantes com o material de aprendizagem.

Baseados na teoria social-cognitiva, Bresó et al. (2011) investigaram o efeito de um programa de intervenção em ansiedade, baseada em um tratamento de terapia comportamental-cognitiva, sobre o senso de autoeficácia, engajamento, esgotamento e desempenho de estudantes universitários. Foi estabelecido um grupo de intervenção e dois grupos controle. Foram utilizados os questionários MBI-*Student Survey* e o UWES-*Student Survey* para coletar os dados de esgotamento e engajamento dos discentes, respectivamente. Também foi utilizado um questionário validado para mensurar a eficácia. Os resultados mostraram que os estudantes que passaram pela intervenção obtiveram, ao final do estudo, um melhor senso de autoeficácia e engajamento comparado aos grupos controle.

2.2.3 Atitudes

De acordo com Eagly et al. (1998), uma atitude é uma tendência psicológica expressa por meio da avaliação de uma determinada entidade, chamada objeto de atitude, com certo grau de favorecimento ou desfavorecimento. Sob a mesma linha, Ajzen (1989) define atitude como sendo a disposição de um indivíduo em responder favorável ou desfavoravelmente a um objeto, pessoa, instituição ou qualquer aspecto discriminável. Uma pessoa apresenta uma resposta avaliativa favorável se sua atitude é positiva e desfavorável, se sua atitude é negativa (Eagly et al., 1998). Uma resposta avaliativa, por sua vez, pode expressar aprovação ou reprovação, contentamento ou descontentamento, por exemplo. Já um objeto de atitude, pode ser qualquer coisa abstrata ou concreta, individual ou coletiva, que seja observada pelo indivíduo.

Um indivíduo pode apresentar predisposições a reagir de maneira positiva ou negativa em relação a determinado objeto de atitude (Eagly et al., 1998). Mesmo assim, estas predisposições não determinam atitudes pois uma atitude se desenvolve, necessariamente, a partir de respostas avaliativas a um certo objeto de atitude. Por outro lado, as respostas avaliativas podem produzir tendências psicológicas de respostas ao encontrar certo objeto subsequentemente. É dessa maneira que pode-se dizer que o indivíduo formou uma atitude em relação a este objeto. Portanto, uma atitude pode englobar as experiências, diretas ou indiretas, de um indivíduo com um objeto de atitude e, assim, uma vez que estas experiências são associadas aos objetos, os indivíduos estabelecem vínculos do objeto à experiência prévia.

As respostas dos indivíduos aos objetos de atitudes podem ser classificadas em três categorias (Eagly et al., 1998). A primeira, a categoria *cognitiva*, define o pensamento associado à atitude, a chamada “crença”. As crenças são as associações que o indivíduo estabelece entre o objeto de atitude e os atributos que atribui a este objeto. Concretas ou abstratas, as crenças refletem imagens específicas, no primeiro caso, ou um resumo de várias observações de eventos similares, no segundo caso. A categoria *afetiva* consiste nos sentimentos e emoções que o indivíduo vivencia em relação ao objeto de atitude e que podem derivar de experiências específicas ou mais gerais, como resumo de uma série de eventos. Já a categoria *comportamental* compreende as ações ou intenções de agir de um indivíduo em relação ao objeto de atitude. Em suma, apesar de serem tanto expressas quanto formadas por respostas cognitivas, afetivas e comportamentais, as atitudes podem ser expressas ou formadas não necessariamente por todas estas classes, mas por uma ou mais delas.

De acordo com Ajzen (1989), nestas categorias, pode-se ainda separar as respostas em verbais e não verbais. Na categoria cognitiva, uma resposta verbal consiste nas expressões das crenças acerca do objeto de atitude. Uma resposta não verbal inclui as reações perceptivas ao objeto. Na categoria afetiva, uma resposta verbal se refere à expressão dos sentimentos em relação ao objeto, enquanto uma resposta não verbal é mensurada por meio das reações fisiológicas e corporais do indivíduo ao objeto de atitude. Por fim, na categoria comportamental, as respostas incluem

as expressões das intenções comportamentais, o que as pessoas dizem ou planejam fazer. Enquanto isso, respostas não verbais desta categoria podem ser avaliadas por meio de comportamentos abertos em relação ao objeto.

Alguns termos são utilizados para determinar classes de atitudes (Eagly et al., 1998). Atitudes direcionadas ao próprio indivíduo determinam a classe da autoestima, enquanto atitudes em direção a objetivos ou estados da existência humana consistem na classe dos valores, por exemplo. Em relação ao contexto de estudantes em CS1, Luxton-Reilly et al. (2018) definem as entidades, ou objetos de atitudes, como sendo os próprios estudantes ou algumas de suas características, como a habilidade de programar. Também incluem percepções de determinados aspectos da programação introdutória tais como a programação como uma disciplina (mais abstrato) ou uma ferramenta (mais concreto).

Desafios relacionados a disciplinas de programação introdutória, tais como a retenção de estudantes, têm despertado considerável atenção sobre maneiras de auxiliar os estudantes a desenvolverem atitudes mais positivas (Luxton-Reilly et al., 2018). No entanto, as autopercepções dos estudantes permanecem sendo um tema fértil para pesquisa e apresentam muitos desafios. Neste sentido, muitos estudos investigam os fatores que podem afetar as atitudes dos estudantes nestas disciplinas. Tafliovich et al. (2013), por exemplo, examinam a experiência prévia como um fator que afeta as expectativas, as atitudes, a confiança e as percepções dos estudantes acerca de si mesmos e de seus colegas. Já Settle et al. (2015) apontam a existência de problemas de autoconfiança entre os estudantes em sua primeira disciplina de CS1, principalmente entre estudantes do sexo feminino. Os autores alegam que as disciplinas de CS1 podem estar diminuindo a confiança e o engajamento dos discentes.

Enquanto isso, Hoegh e Moskal (2009) abordam as atitudes sob um aspecto mais amplo, o da ciência da computação, sob o contexto do declínio das ingressos em cursos desta área. Segundo os autores, para que estudantes sigam carreira em ciência da computação, é necessário, primeiramente, que tenham atitudes positivas em relação a esta área. Assim, com base na literatura sobre as percepções dos estudantes acerca da ciência da computação como uma área de estudo, estes autores resgatam e agrupam um conjunto de construtos que podem auxiliar na compreensão dos fatores que desencorajam estudantes a ingressar neste ramo. O primeiro, o construto da *Confiança*, refere-se à confiança dos estudantes em relação à sua capacidade de aprender as habilidades de computação. O segundo construto, o *Interesse*, é relacionado ao interesse dos discentes pela computação. O terceiro é o construto de *Gênero*, que se refere às percepções dos estudantes acerca da ciência da computação como uma área voltada para o sexo masculino. O construto da *Utilidade* aborda as crenças dos estudantes sobre a utilidade do aprendizado nesta área. O último construto identificado, o *Profissional*, se refere às crenças dos discentes sobre os profissionais nesta área. Estes construtos, por sua vez, servem de base para o questionário de atitudes desenvolvido e validado por estes autores, que inclusive, é utilizado em nossa pesquisa, sendo apresentado no Capítulo 3.

Segundo Heersink e Moskal (2010), muitos estudos vêm sendo realizados no intuito de reverter esta tendência ao declínio do número de estudantes ingressantes na área da ciência da computação e compreender as atitudes e crenças que contribuem para este declínio. Contudo, estes estudos, em sua maioria, se debruçam em análises qualitativas, o que segundo os autores, apesar de prover informações detalhadas acerca dos participantes, são limitados no que diz respeito a generalizações.

Trabalhos Relacionados

Taffioovich et al. (2013) realizaram um estudo analisando os efeitos da experiência prévia (EP) sobre o sucesso de estudantes de uma disciplina CS1. Os autores aplicaram uma pesquisa demográfica e um conjunto de entrevistas semiestruturadas no intuito de captar, dentre outras coisas, as perspectivas dos estudantes sobre a relação entre a EP e o sucesso na disciplina. Os resultados indicaram que o desempenho dos estudantes com EP foi relativamente maior. Além disso, estes estudantes obtiveram menos reprovações e abandonos. Os resultados também indicaram que, para os estudantes, a experiência prévia e a dedicação de tempo e esforço foram fatores que contribuíram para o sucesso na disciplina. Somado a isto, os estudantes também pontuaram que a confiança em suas habilidades é um fator chave para o sucesso e que a EP auxilia na confiança.

Carter (2006) investigou possíveis fatores que levam estudantes do ensino médio com aptidão para a ciência da computação a não escolherem este curso como uma área de estudo. A pesquisa intencionou coletar as informações e percepções dos discentes acerca da ciência da computação e o que os influencia a não escolher uma graduação nesta área. Os resultados mostraram evidências que apoiam a ideia de que os estudantes não escolhem a computação como área de estudo pois apresentam percepções incorretas ou desconhecem a área. A maior parte dos discentes na pesquisa não tinham noção do que graduandos em ciência da computação aprendem. Outra parte acreditava que o maior foco do curso está no aprendizado de programação. Além disso, boa parte dos estudantes também demonstrou carregar a percepção de que cientistas da computação trabalham o dia inteiro programando e na frente de computadores.

No intuito de compreender como são formadas as primeiras percepções sobre computadores e programação, Ko (2009) coletou autobiografias de estudantes de um curso de informática sobre seus primeiros contatos com computadores e programação. Os resultados sugeriram que, para os estudantes, suas atitudes em relação à programação não foram alteradas por um único encontro (experiência) particular com computadores e programação. Ao invés disso, a tecnologia teve um papel cada vez maior em suas vidas, com diversos encontros, positivos e negativos, até que se tornou importante. Assim, o autor sugere a exposição positiva e persistente dos estudantes de escolas e universidades à programação de maneira a cultivar futuras gerações de profissionais de tecnologia.

Gomes et al. (2012) trataram, em seu estudo, dentre as inúmeras causas para as di-

ficuldades em CS1, dos métodos de estudo e das atitudes dos estudantes em relação à aprendizagem de programação. Adotaram o questionário IACHE (*Inventory of Usual Study Attitudes and Behaviours*), um instrumento que visa mensurar, dentre outras variáveis, o tipo de estudo e aprendizagem e as percepções dos estudantes sobre suas habilidades. O estudo apontou a existência de uma forte correlação positiva entre os resultados de desempenho dos discentes e suas percepções de competência e motivação. Assim, os autores defendem que os níveis de motivação e percepções de competência são fatores importantes para o sucesso no aprendizado de programação.

Settle et al. (2015) realizaram um estudo buscando analisar possíveis mudanças nas atitudes e hábitos de estudantes após cursarem uma disciplina de CS1. Aplicaram um questionário de atitudes, desenvolvido a partir de outros questionários presentes na literatura, antes e após cada trimestre da disciplina durante todo o ano acadêmico. Os resultados indicaram algumas mudanças significativas nas atitudes dos estudantes após cursarem a disciplina. Dentre elas, os estudantes se tornaram menos propensos a se acharem bons em programação e a achar que a ciência da computação lhes permite ser criativos. Também demonstraram ser mais propensos a achar que são desafiados por problemas de programação que não conseguem compreender de imediato. Finalmente, os autores observaram que os estudantes, nos estágios iniciais de sua vida acadêmica, tendem a concordar menos sobre serem autoconfiantes em programação.

2.3 Linguagens para o Ensino de Programação Introdutória

A escolha da linguagem para o ensino da programação introdutória é uma questão perene e subjetiva, que tem motivado muitos autores a realizar trabalhos seja na comparação empírica de linguagens distintas, adotando mais de uma linguagem em uma mesma disciplina, seja concebendo sua própria linguagem para o ensino (Luxton-Reilly et al., 2018). Diretamente ligada a esta questão, está a escolha do paradigma a ser utilizado, sendo que algumas linguagens implicam necessariamente no uso de determinado paradigma. Para Luxton-Reilly et al. (2018), assim como não está claro, nos trabalhos analisados, qual paradigma é melhor para o ensino da programação introdutória, nenhum artigo conseguirá pôr fim à questão da escolha da linguagem, pois nenhuma delas será capaz de atender a todos os requisitos para o ensino introdutório de programação.

Segundo Jenkins (2001a), é importante diferenciar a aprendizagem de programação da aprendizagem de uma linguagem em particular. O autor defende que a habilidade de programar deveria ser priorizada. Assim, um bom estudante seria capaz de abstrair os conceitos de programação e transferi-los a outra linguagem. Gomes e Mendes (2007) também afirmam que o propósito de um curso introdutório deveria ser aumentar as habilidades de programação dos estudantes e a linguagem deveria ser apenas uma ferramenta para expressar os algoritmos. Contudo, em muitas ocasiões,

os professores focam mais nos detalhes de sintaxe da linguagem. Mesmo assim, um iniciante ainda precisa lidar com as questões da sintaxe de uma dada linguagem como primeiro passo (Jenkins, 2001a).

Nesse sentido, Jenkins (2001a) discute fatores a serem levados em consideração ao escolher uma linguagem para o ensino, tais como a adequação pedagógica da linguagem ou seu uso comercial, ou seja, a demanda da indústria. Outros fatores também incluem a disponibilidade em plataformas apropriadas, adequação ao paradigma escolhido e até a disponibilidade de livros-texto adequados.

Parker et al. (2006) também abordam critérios para seleção de uma linguagem para o ensino, ainda que cada currículo enfatize diferentes aspectos. Dentre os critérios mencionados, estão: o custo envolvido para aquisição e uso da linguagem e do ambiente de desenvolvimento; a disponibilidade de uma versão estudantil; o estágio de vida da linguagem; os requisitos de hardware e software necessários; a popularidade da linguagem em outras instituições; a demanda do mercado de trabalho regional e a empregabilidade dos estudantes; a facilidade associada à aprendizagem dos conceitos; e a presença de recursos para realização de *debugging*.

Jenkins (2002) afirma que não há muitas evidências de que alguma linguagem seja melhor ou pior que outra no ensino de programação introdutória. No entanto, as linguagens projetadas para programadores mais sérios dificilmente serão adequadas para o programador iniciante. Programadores iniciantes apresentam desvantagens em relação aos experientes quando se trata de aprender uma linguagem de programação (Jenkins, 2001a). Nesse sentido, as linguagens utilizadas para o ensino, devem ser aquelas adequadas para o propósito pedagógico e não por sua popularidade na indústria (Jenkins, 2002; Gomes e Mendes, 2007). Aplicações e linguagens comerciais são complexas e oferecem uma curva de aprendizado íngreme (Radenski, 2006). Mesmo assim, os próprios estudantes parecem se sentir atraídos por linguagens de uso comercial e relutantes em aprender alguma linguagem que não seja útil em sua futura carreira, o que acarreta em uma consequente adoção de linguagens comerciais no ensino de programação (Jenkins, 2001a). Uma solução seria encontrar uma linguagem que seja usada na indústria mas que possa ser utilizada com sucesso no meio educacional (Kruglyk e Lvov, 2012).

A escolha da linguagem ainda pode ser conflitante no sentido de que os educadores devem escolher entre uma linguagem completa em funcionalidades ou uma linguagem de *scripts* (Parker et al., 2006). Alguns optam por linguagens de *scripts* como Python, pois são ricas o suficiente para cobrir grande parte dos requisitos de um curso introdutório enquanto reduzem as complexidades do ambiente de desenvolvimento e de outras questões de implementação. Por outro lado, as linguagens completas oferecem um conjunto completo de recursos que um educador pode intencionalmente lecionar.

Kruglyk e Lvov (2012) realizaram um comparativo de algumas linguagens de programação visando o ensino introdutório. Segundo os autores, a linguagem de programação para este propósito deve possuir uma sintaxe simples e clara e possibilitar

que programas sejam facilmente escritos, lidos e compreendidos. Além disso, a linguagem deve ser de mais alto nível e apresentar ênfase nos algoritmos. Dentre as linguagens comparadas, os autores incluem Pascal, que apesar de ser uma linguagem adequada para o ensino, os estudantes apresentam baixa motivação em aprendê-la por estar entrando em desuso. Os autores ainda discutem as linguagens Java e C#, que apesar de importantes na área de TI, são difíceis para iniciantes, por demandar um conhecimento quase imediato em orientação a objetos.

Em relação à linguagem C, Brilliant e Wiseman (1996) resgatam da literatura autores que a consideram rica em recursos avançados que são difíceis de compreender e até mesmo, de ensinar. Também apontam as dificuldades associadas a recursos como ponteiros e os mecanismos de passagem de parâmetros. Já em relação à linguagem Python, Kruglyk e Lvov (2012) a consideram como uma boa opção para o ensino de programação para iniciantes, por sua sintaxe simples, diferente das sintaxes de linguagens como C, o que facilita a compreensão dos programas e algoritmos.

Python é uma linguagem de alto nível que apresenta ênfase na produtividade e legibilidade do código (Kruglyk e Lvov, 2012). Dentre algumas de suas características, estão a tipagem dinâmica e as estruturas de dados de alto nível fáceis de utilizar. Suas vantagens incluem a facilidade na escrita de algoritmos, a possibilidade de uso em várias plataformas distintas e sua grande quantidade de bibliotecas, permitindo a solução de diversos tipos de tarefas. Somado a isto, ela oferece boa empregabilidade para os estudantes. A principal desvantagem de Python, segundo Kruglyk e Lvov (2012), está em sua tipagem dinâmica, segundo eles, não adequada para os propósitos educacionais. Para Radenski (2006), Python apresenta a vantagem de ser uma linguagem simples e que suporta diversos paradigmas, além de possibilitar o desenvolvimento de aplicações reais. Apesar de ter sido criada originalmente para propósitos educacionais, a linguagem vêm ganhando popularidade entre grandes organizações.

Wainer e Xavier (2018) também apresentam alguns aspectos positivos de Python como uma linguagem para o ensino introdutório, tais como: sintaxe mais simples; tipagem dinâmica (diferente do defendido por Kruglyk e Lvov (2012)); semântica de uso de listas mais simples comparado ao uso de *arrays* em C; ambiente interativo para inspeção de variáveis; *feedback* claro para alguns tipos de erros associados à memória; e a ausência de chamada por referência.

Independente da linguagem de programação escolhida, é importante compreender como os estudantes aprendem os conceitos de programação introdutória. Parker et al. (2016) sugerem avaliações validadas na pesquisa em educação como um meio de mensurar o aprendizado, compreensão ou habilidades de um estudante em uma determinada disciplina ou área de conhecimento. Os inventários de conceitos são uma classe destas avaliações que visam identificar concepções errôneas e mensurar o aprendizado dos estudantes. Os autores afirmam que os exames, atividades e formas de avaliação desenvolvidas por professores e aplicadas numa dada disciplina, além de não serem instrumentos validados, não mensuram o aprendizado dos estudantes,

mas sim, seu desempenho. Assim, instrumentos validados e aplicáveis que mensurem o aprendizado são essenciais para o fortalecimento das pesquisas. Em computação, alguns dos inventários de conceitos desenvolvidos para programação introdutória são o *Foundational CS1 Assessment* (FCS1) e o *Second CS1 Assessment* (SCS1). Ambos foram criados no intuito de medir o conhecimento de conceitos em CS1 independente de linguagem de programação e em nível de graduação. O SCS1 é uma versão isomórfica do FCS1, criado a partir de sua replicação. O SCS1 é utilizado em nosso trabalho e é discutido no Capítulo 3.

Ainda em relação aos inventários de conceitos da área de computação, Parker et al. (2016) abordam os benefícios destes tipos de avaliações. Estes autores resgatam referências que discorrem sobre o uso destes inventários com o propósito de comparar os resultados de aprendizagem dos estudantes em diferentes instituições e com diferentes instrutores e currículos. Eles mencionam o uso do SCS1, por exemplo, no intuito de comparar intervenções de aprendizagem ou até mesmo medir diferenças em disciplinas utilizando linguagens de programação distintas.

2.3.1 Trabalhos Relacionados

Wainer e Xavier (2018) realizaram um experimento controlado comparando os resultados de aprendizagem de estudantes vivenciando linguagens distintas em dois semestres diferentes, com três turmas em cada: C e Python. Os conteúdos abordados nas disciplinas com cada linguagem foram os mesmos, apenas reescrevendo os códigos em C para uma versão em Python. Os resultados do experimento mostraram que os estudantes da disciplina com Python apresentaram médias de desempenho nos exames melhores que os estudantes da disciplina com C. Os estudantes da disciplina com Python também foram capazes de resolver mais projetos de laboratórios e submeteram menos soluções incorretas até alcançar a versão final correta. Além disso, o número de reprovações também foi menor na disciplina com Python, apesar de a diferença não ter sido significativa neste caso.

Visando avaliar o uso de uma linguagem mais simples como primeira linguagem em um curso introdutório de programação e verificar seu efeito sobre a aprendizagem futura de outras linguagens, Mannila et al. (2006) realizaram um estudo analisando 60 programas de estudantes do ensino médio. Metade destes programas foram escritos em Python e a outra metade, em Java. Além disso, oito destes estudantes foram avaliados após iniciarem seus estudos universitários utilizando Java. Os resultados mostraram que os programas em Python apresentaram menos erros de sintaxe e lógica que os programas em Java. Além disso, uma maior quantidade de programas em Python executaram corretamente, satisfazendo às especificações dadas. Na universidade, os estudantes apontaram vantagens no aprendizado de Python antes de uma linguagem mais complexa.

Alzahrani et al. (2018) realizaram um estudo comparativo sobre a curva de aprendizado de estudantes com Python e C++. Para tal, os autores definiram uma métrica para calcular a taxa de esforço dos estudantes de 20 instituições diferentes. O esforço

do discente, neste trabalho, é indicado pelo tempo ou número de submissões excessivas ao tentar resolver exercícios de pequenos códigos. Os resultados apontaram que os estudantes da disciplina com Python apresentaram uma maior taxa de esforço em relação aos estudantes com C++. Uma explicação dada pelos autores é que a linguagem C++ requer um pensamento mais preciso e isto pode levar os estudantes a pensar com mais precisão na solução de problemas independente da linguagem, enquanto a leveza do Python torna os estudantes mais descuidados.

Capítulo 3

Metodologia

Este trabalho foi conduzido segundo uma concepção pragmática de pesquisa em conjunto com uma metodologia de pesquisa quantitativa. Segundo Creswell (2010), se um problema aborda a identificação de fatores que influenciam um determinado resultado, a verificação da utilidade de uma intervenção ou mesmo a compreensão dos previsores de um resultado, então o método quantitativo é melhor recomendado. Como estratégia de pesquisa, adotamos o método de estudo de caso. Este método foi escolhido devido à natureza majoritariamente exploratória do problema de pesquisa, ainda que parte dele apresente uma natureza confirmatória. Portanto, existe a necessidade de que os dados sejam coletados em um ambiente real e sem o controle de qualquer fator.

Nesta pesquisa, realizamos um estudo de caso com dois casos e com medidas comparativas pré- e pós-teste. O primeiro, o caso controle, ocorreu na UEFS no semestre de 2018.2 em uma turma do Estudo Integrado (EI) de Algoritmos. Este estudo obteve os primeiros resultados exploratórios sobre a abordagem de ensino adotada na disciplina. O segundo estudo refere-se ao caso experimental que ocorreu no semestre de 2019.2 com uma nova turma do EI de Algoritmos. Neste estudo, apesar da utilização da mesma abordagem de ensino adotada anteriormente, foi realizada a mudança da linguagem de programação adotada no ensino para fins comparativos. Cada caso possuiu, individualmente, uma natureza exploratória, enquanto a comparação dos dois estudos em termos dos resultados obtidos com as linguagens adotadas apresentou uma natureza confirmatória.

A seguir, são descritos o cenário educacional, os participantes e o planejamento de cada um dos casos, além de suas etapas de coleta e análise de dados.

3.1 Cenário

O curso de Engenharia de Computação da UEFS, desde sua fundação em 2003, adota uma estrutura curricular flexível no intuito de atenuar uma estrutura rígida

de condução de curso e permitir aos discentes a possibilidade de definir seu próprio ritmo e controle (Bittencourt e Figueiredo, 2003). Somado a isto, considerando um mercado que busca por profissionais completos, capazes de lidar com problemas complexos e interdisciplinares, o curso apresenta uma integração curricular, seja dentro de um mesmo período letivo ou ao longo de vários períodos. Neste sentido, disciplinas que compartilham elos são agrupadas em torno de um tema e em um mesmo período, formando os chamados estudos temáticos integrados. Estes últimos, harmonizam bem com a principal abordagem de ensino-aprendizagem adotada pelo curso, o método PBL. Assim, os estudantes recebem e devem solucionar problemas, adquirindo conhecimentos que são agrupados em disciplinas denominadas módulos, que representam recortes em diversos campos de conhecimento.

Um dos estudos integrados do curso (EI), ofertado já no primeiro semestre, é o estudo integrado de *Algoritmos*. Neste, estão presentes dois módulos. O módulo teórico (MT), *Algoritmos e Programação I*, apresenta aos discentes as noções de lógica e os conceitos de programação fazendo uso de uma linguagem de programação imperativa. Concomitantemente, o módulo integrador (MI), *Algoritmos*, é também ofertado e faz uso da abordagem PBL, apresentando problemas que acompanham os conceitos vistos no MT.

3.2 Estudo de Caso

Os dois casos deste trabalho foram realizados dentro do Estudo Integrado de *Algoritmos*, nos módulos MT de *Algoritmos e Programação I* e MI de *Algoritmos* em dois semestres distintos do curso de Engenharia de Computação da UEFS. O primeiro caso realizado será referenciado por Caso A, no qual tanto o MT quanto o MI utilizam a linguagem de programação C. O segundo caso será tratado por Caso B, no qual os módulos do EI adotam a linguagem Python.

Em ambos os casos, o EI apresenta uma carga-horária de 90 horas, das quais 60 horas são dedicadas ao MT, com duas aulas semanais de duas horas cada, e 30 horas ao MI, com um encontro semanal de duas horas. O objetivo geral do EI é permitir aos estudantes adquirir a competência de resolução de problemas a partir da interpretação de cenários do mundo real e por meio da implementação de programas de computador. Dentro deste objetivo, estão inclusos o desenvolvimento de habilidades de escrita, compilação, depuração e teste de programas em uma linguagem imperativa. Além disso, o EI permite aos discentes desenvolverem habilidades de análise de problemas e uso de recursos tais como estruturas de dados simples e complexas, gerenciamento de memória, modularização e persistência de dados em arquivos em modo texto e binário.

O MT é composto por três unidades e é baseado em aulas expositivas dialogadas em conjunto com aulas de resolução de exercícios. No intuito de complementar o processo de aprendizagem, foi introduzida a resolução de simples exemplos durante a apresentação dos conceitos ao longo das aulas, induzindo a participação dos estu-

dantes no processo de construção do conhecimento e permitindo um aprofundamento do aprendizado. A avaliação dos discentes consiste na aplicação de provas escritas ao final de cada período. O resultado final é dado pela média aritmética das notas obtidas em cada avaliação. A instituição de ensino possui média 7.0 para aprovação. Caso o estudante não consiga atingir este resultado, obtendo uma média inferior a 7.0 e maior ou igual a 3.0, ainda é possível realizar uma prova final. Esta última é uma avaliação escrita e dá ao aluno a oportunidade de tentar alcançar pelo menos uma média 5.0 e ser aprovado na disciplina.

O MI, por outro lado, faz uso do método PBL e é composto por três unidades, cada uma abordando problemas distintos. Neste módulo, os estudantes se encontram em grupos tutoriais onde refletem e discutem a respeito da solução dos problemas recebidos seguindo o ciclo PBL. Neste ciclo, resumido na Figura 3.1, primeiramente os discentes são apresentados ao problema. Logo após, identificam fatos relacionados ao problema. Em seguida, produzem ideias para resolver o problema, além de questões e metas baseadas em suas deficiências de aprendizagem e que devem ser solucionadas em um período de estudo autodirigido. Na etapa de seguimento, em novos encontros, os estudantes compartilham o que aprenderam. Em seguida, retomam o ciclo, identificando novos fatos, definindo novas ideias, e levantando novas questões e metas até alcançarem a solução final do problema. Ao final do processo, após a entrega do produto, os estudantes refletirem sobre o que tudo o que foi aprendido. Os problemas, por sua vez, são projetados de maneira a abordar contextos reais e atuais e a apresentar níveis de dificuldades balanceados conforme a evolução dos conteúdos. Mesmo assim, cada problema aborda novos conceitos e reforça os conceitos vistos anteriormente. A avaliação em cada problema é composta por três notas distintas: 1 – o programa desenvolvido, equivalente a 40% da nota, 2 – um relatório descrevendo este programa valendo 30% desta nota e 3 – a performance de cada estudante, equivalente aos 30% restantes da nota total. A avaliação da performance, busca medir características como pontualidade, participação, e atuação dos alunos em cada um dos papéis que ocupam ao longo das sessões. Ao final da disciplina, é computada uma média aritmética das notas dos estudantes em cada problema. As regras de aprovação são as mesmas adotadas no módulo teórico.

3.2.1 Caso A

Este primeiro caso ocorreu no segundo semestre de 2018. A seguir, são descritos os participantes e o planejamento dos módulos do EI.

Participantes

O MT de *Algoritmos e Programação I* foi dividido em duas turmas contendo um total de 55 estudantes matriculados. Contudo, dois discentes registraram o cancelamento do curso e um trancou a disciplina, restando apenas 52 alunos frequentando a disciplina, sendo 38 estudantes novatos do curso e 14 estudantes veteranos, reprovados em períodos anteriores. No MI de *Algoritmos*, 43 estudantes participaram

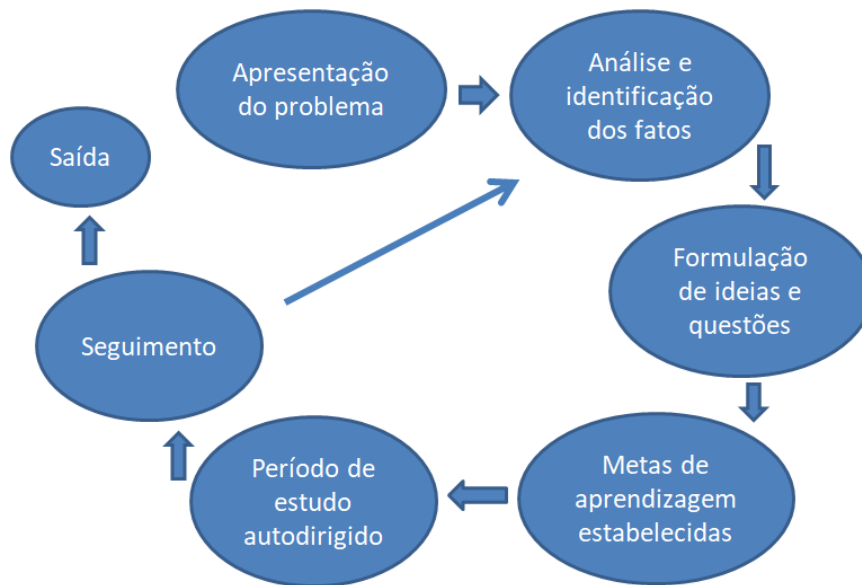


Figura 3.1: Etapas do ciclo PBL seguidas no MI.

das sessões tutoriais, divididas em cinco grupos contendo entre 5 à 10 estudantes cada um. Ainda como participantes do estudo, os MIs foram conduzidos por cinco professores, um para cada grupo, enquanto que o MT foi dividido em duas turmas, cada uma conduzida por um professor diferente, sendo que ambos eram também tutores dos MIs.

Os estudantes do MT não necessariamente se matriculam do MI e vice-versa. Apenas estudantes novatos são automaticamente matriculados em ambas as disciplinas. Para consentimento de participação na pesquisa, foram distribuídos no MT Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), disponível no Apêndice A, para que os estudantes ou seus pais, nos casos em que o discente era menor de idade, pudessem ler e assinar. Também foi distribuído o questionário demográfico, Apêndice B, para coletar informações de perfil dos estudantes. Um total de 45 discentes respondeu a este questionário. A média da idade dos estudantes foi de 18.76 ± 2.45 e apenas 3 estudantes eram do sexo feminino (5.76%). Em relação à experiência prévia em aulas de programação, 59% dos estudantes já haviam tido alguma aula de programação anteriormente.

Planejamento de Conteúdos

No MT, cada unidade engloba um certo conjunto de habilidades e conteúdos com níveis crescentes de dificuldade. A Tabela 3.1 traz uma visão geral dos conceitos e habilidades que foram abordados por unidade. Uma vez que a linguagem C foi utilizada, certos conceitos se tornam importantes, tais como os tipos de dados, as estruturas de seleção e controle, os ponteiros, a passagem de parâmetros por valor e

por referência e a alocação dinâmica de memória, por exemplo.

Tabela 3.1: Planejamento do MT de Algoritmos e Programação I - Estudo A

Unidade	Habilidades	Conteúdos
I	Compreensão das noções introdutórias de algoritmos e programação por meio do desenvolvimento do raciocínio lógico e criação de soluções simples utilizando os comandos e estruturas básicas da linguagem C.	1. Conceito de compiladores e interpretadores. 2. Conceito de algoritmos. 3. Conceito de linguagens de programação. 4. Constantes e variáveis. 5. Tipos de dados e modificadores de tipos. 6. Entrada e saída de dados. 7. Operadores lógicos, aritméticos, relacionais e de atribuição. 8. Expressões lógicas. 9. Operadores de incremento. 10. If...else e if aninhados. 11. Switch...case. 12. While e do...while. 13. Laço For. 14. Break e continue. 15. Loops aninhados.
II	Manipulação de vetores e importação de bibliotecas úteis. Compreensão e realização de operações com ponteiros e modularização do código fonte a partir do uso de funções e procedimentos. Manipulação de arquivos de texto.	1. Vetores e matrizes. 2. Strings e a biblioteca string.h. 3. Conceito e operações com ponteiros. 4. Funções e procedimentos. 5. Passagem de parâmetros por valor e referência. 6. Bibliotecas e exemplos de funções (ex.: math.h). 7. Variáveis locais e globais. 8. Arquivos de texto.
III	Escrita de programas utilizando estruturas mais complexas da linguagem C e compreensão da organização da memória. Compreensão e aplicação de algoritmos de ordenação.	1. Ordenação de vetores. 2. Funções recursivas. 3. Structs. 4. Unions e enumerations. 5. Typedef. 6. Alocação dinâmica de memória. 7. Listas encadeadas e operações. 8. Manipulação de arquivos de texto. 9. Manipulação de arquivos binários.

De maneira paralela, os problemas do MI trabalham de forma sincronizada com os conceitos ensinados em cada unidade do MT. Os estudantes colocam em prática os conceitos novos e reforçam os conteúdos vistos anteriormente. A Tabela 3.2 apre-

senta os temas, habilidades e conceitos que foram trabalhados em cada problema.

Tabela 3.2: Planejamento do MI de Algoritmos - Estudo A

Problema	Tema	Habilidades	Conceitos
1	Autoritarismo na Universidade?	Escrita de um programa a partir de um fluxograma desenvolvido segundo especificações utilizando estruturas básicas da linguagem C.	1. Constantes e variáveis. 2. Entrada e saída de dados. 3. Estruturas de seleção. 4. Estruturas de repetição.
2	Enquetes Flexíveis	Implementação e teste de um programa de acordo com sua especificação utilizando estruturas levemente mais complexas, modularização e persistência de dados em arquivos de texto.	1. Funções e procedimentos. 2. Passagem de parâmetro por valor e por referência. 3. Arrays. 4. Strings. 5. Manipulação de arquivos de texto.
3	Sistema para o Seminário de Extensão da Comunidade	Implementação e teste de um programa utilizando estruturas de dados mais avançadas e aplicando os conceitos de alocação dinâmica de memória, ordenação de vetores e arquivos binários.	1. Ponteiros. 2. Structs. 3. Alocação dinâmica de memória. 4. Ordenação de algoritmos. 5. Manipulação de arquivos binários.

3.2.2 Caso B

Este segundo caso ocorreu no segundo semestre de 2019. A seguir, são descritos os dados dos participantes e o planejamento dos módulos do EI.

Participantes

O MT de *Algoritmos e Programação I* foi dividido em duas turmas, enquanto o MI foi dividido em cinco. Um total de 58 estudantes se matricularam na disciplina, contudo, 1 registrou cancelamento do curso e 2 permaneceram inativos. Destes estudantes, 43 participaram no MT, 32 eram novatos no curso e 11, veteranos reprovados em períodos anteriores. Um total de 37 estudantes participaram do MI de *Algoritmos* e foram divididos em grupos de 5 a 10 alunos em cada uma das cinco turmas. Cada turma do MT e do MI foi conduzida por um profissional do corpo docente do curso, sendo que neste período, nenhum dos instrutores do MI foi professor do MT, simultaneamente.

De maneira similar ao Caso A, para consentimento de participação na pesquisa, foram distribuídos os TCLEs para que os estudantes ou seus pais pudessem ler e assinar. O questionário demográfico foi respondido pelos 43 discentes. A média da idade foi de 19.16 ± 1.13 e 5 estudantes eram do sexo feminino (11.62%). Quanto à

experiência prévia em cursos de programação, aproximadamente 79% dos estudantes afirmaram já ter tido alguma aula de programação anteriormente.

Planejamento de Conteúdos

Similar ao planejamento do Caso A, cada unidade do MT apresenta um conjunto de conteúdos e visa desenvolver habilidades distintas com níveis crescentes de dificuldade. Contudo, ao adotar a linguagem Python, certos conceitos e comandos da linguagem C já não são mais necessários. Assim, foram abordados os comandos e os conceitos específicos da linguagem Python. Além disso, conceitos um pouco mais avançados como o de Programação Orientada a Objetos (POO), também foram levemente introduzidos. A Tabela 3.3 exibe as habilidades e conceitos que foram trabalhados em cada unidade.

Enquanto isso, o MI é planejado de modo a trazer uma experiência prática dos principais conteúdos vistos na disciplina teórica. Cada problema aborda um novo conjunto de conteúdos que acompanha as unidades do MT e reforça os conteúdos vistos nos problemas anteriores. A Tabela 3.4 traz uma visão geral do tema, das habilidades e dos conteúdos que foram trabalhados no MI.

3.3 Design Experimental

As variáveis independentes do nosso problema de pesquisa englobaram a motivação, o engajamento e as atitudes dos estudantes ao longo das unidades. As variáveis dependentes foram as notas das avaliações dos estudantes em cada unidade e problema, suas médias finais e suas notas obtidas em uma avaliação de conhecimentos de programação independente da linguagem, esta última coletada apenas no Caso A.

De modo geral, ambos os casos apresentaram um design similar com períodos de coleta de dados antes da intervenção, ao final de cada unidade e problema e ao final da intervenção. Comparações, dentro de cada caso, foram realizadas entre as variáveis independentes e as dependentes nestes diferentes períodos observando valores parciais, ao final de cada unidade/problema, e valores agregados, ao final da intervenção. Além disso, os dois casos também foram comparados em suas variáveis independentes e dependentes.

A Figura 3.2 traz uma visão geral da organização do estudo de caso. Vale ressaltar que a avaliação independente de linguagem foi aplicada apenas no Caso A.

3.4 Coleta de Dados

No intuito de mensurar a motivação dos estudantes na utilização de materiais de instrução autodirigidos, adotamos, no MI, o instrumento IMMS – Instructional Materials Motivation Survey, disponível no Apêndice D, voltado para medir motivação

Tabela 3.3: Planejamento do MT de Algoritmos e Programação I - Estudo B

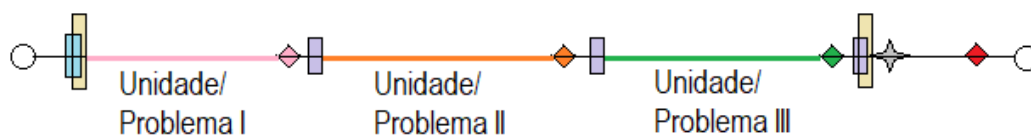
Unidade	Habilidades	Conteúdos
I	Compreensão das noções introdutórias de algoritmos e programação, por meio do desenvolvimento do raciocínio lógico e criação de soluções simples utilizando os comandos e estruturas básicas da linguagem Python.	1. Conceito de compiladores e interpretadores. 2. Conceito de algoritmos. 3. Conceito de linguagens de programação. 4. Constantes e variáveis. 5. Tipos de dados fundamentais. 6. Entrada e saída de dados. 7. Operadores lógicos, aritméticos, relacionais e de atribuição. 8. Operadores de incremento. 9. If...else, if...elif...else e if aninhados. 10. While. 11. Laço For. 12. Loops aninhados.
II	Manipulação de Listas e de estruturas mais complexas para solução de problemas diversos. Modularização do código fonte a partir do uso de funções. Tratamento de exceções e testes.	1. Listas/vetores. 2. Pilhas, filas e matrizes. 3. Operações com Strings. 4. Tuplas e dicionários. 5. Funções e procedimentos. 6. Exceptions e assertions.
III	Escrita de programas utilizando conceitos mais avançados. Compreensão e aplicação de algoritmos de ordenação e busca. Uso de arquivos binários e noções introdutórias à POO.	1. Métodos de ordenação. 2. Funções recursivas. 3. Busca sequencial e binária. 4. Classes e objetos. 5. Coleções de objetos. 6. Busca e ordenação de coleções de objetos. 7. Arquivos de texto e binários.

segundo as quatro categorias do modelo ARCS (Keller, 2010). Das 36 questões originais do IMMS, três foram retiradas, uma vez que estavam relacionadas a materiais instrucionais textuais que não se enquadram neste trabalho. Enquanto isso, no MT, utilizamos o instrumento CIS – Course Interest Survey, disponível no Apêndice C, também voltado para medir a motivação de estudantes segundo o modelo ARCS, porém em cursos guiados por um instrutor. Apesar de existirem outras teorias e instrumentos para mensurar a motivação, escolhemos o modelo ARCS uma vez que este foca no contexto de aprendizagem. Além disso, os instrumentos deste modelo são voltados para mensurar a motivação dos estudantes em dois contextos específicos que se adéquam bem à abordagem híbrida de ensino adotada em nossa pesquisa, o contexto em cursos guiados por um instrutor e o contexto de estudo autodirigido.

Tabela 3.4: Planejamento do MI de Algoritmos - Estudo B

Problema	Tema	Habilidades	Conceitos
1	Super Trunfo – Uma nova versão	Escrita de um programa a partir de um fluxograma desenvolvido segundo especificações utilizando estruturas básicas da linguagem Python.	1. Constantes e variáveis. 2. Entrada e saída de dados. 3. Estruturas de seleção. 4. Estruturas de repetição.
2	Sistema de Atendimento Ambulatorial	Implementação e teste de um programa de acordo com sua especificação utilizando estruturas de dados levemente mais complexas e modularizando o código fonte.	1. Funções e procedimentos. 2. Listas, Filas, tuplas e dicionários. 3. Strings. 4. Exceptions e Assertions.
3	Sistema Gerenciador de Tarefas	Implementação e teste de um programa utilizando as noções introdutórias de orientação a objetos, busca, ordenação e persistência dos dados em arquivos de texto e binários.	1. Classes e objetos. 2. Coleções e objetos. 3. Busca e ordenação de coleções de objetos. 4. Manipulação de arquivos de texto e binários.

Design Experimental



Legendas

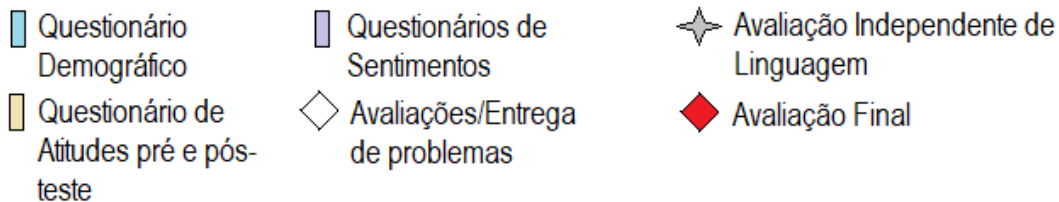


Figura 3.2: Organização geral do estudo de caso para os módulos teóricos e integradores.

Adicionalmente, para estimar o engajamento dos estudantes em ambos os módulos, adotamos o UWES-S – Utrecht Work Engagement Scale for Students, presente no Apêndice E. Este questionário é uma adaptação para o mundo estudantil da versão do questionário desenvolvido para o trabalho, que inclui os seguintes aspectos de engajamento: vigor, dedicação e absorção (Schaufeli e Bakker, 2003). Este foi o primeiro questionário que encontramos, de uso livre, que engloba todas as três dimensões do engajamento em suas questões.

Com o objetivo de avaliar as atitudes dos estudantes em relação à computação, o questionário de atitudes proposto por Hoegh e Moskal também foi adotado (Hoegh

e Moskal, 2009), descrito no Apêndice F. Este instrumento foi desenvolvido e validado no intuito de mensurar a percepção dos estudantes a respeito da ciência da computação como área de estudo de acordo com cinco construtos: confiança, interesse, gênero, utilidade e o âmbito profissional. A escolha deste instrumento se deu pelo fato deste ser um questionário focado no público estudantil que está deixando o ensino médio e entrando na universidade, o que é compatível com o público de nosso estudo.

Adicionamos ainda questões para capturar a percepção de aprendizagem dos estudantes acerca dos conteúdos e habilidades abordados, respectivamente, em cada unidade do MT e problema do MI. Apesar de serem um instrumento ainda não validado, consideramos estas questões úteis, uma vez que fornecem uma noção da perspectiva do estudante sobre sua aprendizagem.

Os questionários IMMS, CIS, UWES-S, de conceitos e de habilidades foram aplicados ao final de cada unidade/problema. Já o questionário de atitudes foi aplicado antes e após o período letivo.

O desempenho obtido pelos estudantes em cada uma das avaliações do MT e dos problemas do MI também foi coletado. Em cada caso, as médias obtidas pelos discentes nas duas turmas do MT e nos grupos do MI foram computadas em conjunto, produzindo uma média geral de cada unidade dos módulos. Ainda foram coletadas as médias finais dos estudantes ao término do semestre, incluindo os resultados obtidos após a realização da avaliação final para aqueles que não alcançaram média 7,0 ou superior no conjunto das três unidades ou problemas.

Para avaliar a qualidade da compreensão, aprendizagem e habilidade dos estudantes em relação aos principais conceitos de programação, adotamos o SCS1 – *Second CS1 Instrument* (Parker et al., 2016). Este instrumento é um inventário de conceitos independente de linguagem de programação desenvolvido a partir do modelo do FCS1 – *First CS1 Instrument*.

3.5 Análise de Dados

Para análise dos dados por meio de estatísticas descritivas e inferenciais, utilizamos o software SPSS Statistics, versão 17.0.

Escolhemos utilizar gráficos de barras empilhadas, disponíveis no Apêndice H, para representar a distribuição dos dados em cada questão dos instrumentos de motivação, engajamento e atitudes dos estudantes, bem como suas percepções de aprendizagem. Estes gráficos foram agrupados pelas categorias conceituais a fim de facilitar a análise. Nos questionários de motivação e engajamento, utilizamos uma escala de Likert de cinco níveis, variando de 1 (Não é verdade) a 5 (Totalmente verdadeiro). No questionário de atitudes, adotamos uma escala de 1 (Discordo Totalmente) a 4 (Concordo Totalmente). Já no caso das questões referentes às habilidades e conceitos trabalhados, utilizamos uma escala de 1 (Muito difícil) a 5 (Muito fácil). Para o

cálculo dos escores de cada categoria, produzimos uma média das respostas de cada respondente às questões de uma mesma categoria.

Também analisamos os resultados por meio de estatística descritiva, com valores de média e desvio padrão para cada um dos conceitos de motivação, engajamento e atitudes ao longo das unidades do MT e problemas do MI. Além disso, utilizamos *boxplots* para a análise de concentração e dispersão destes dados.

Por meio da estatística inferencial, utilizamos os testes de hipótese t de amostras pareadas e ANOVA de medidas repetidas com testes post-hoc de Sidak, para checar a existência de diferenças entre os conceitos antes, ao longo e após o semestre letivo. Além disso, calculamos as correlações de Pearson ou Spearman, a depender da natureza dos dados, e testes de regressão a fim de verificar as relações entre as variáveis dentro de um mesmo estudo de caso.

Finalmente, entre os casos A e B, aplicamos o teste t para dados não pareados, no intuito de comparar as variáveis destes dois grupos e confirmar ou refutar a hipótese nula da não existência de diferença nos resultados de aprendizagem ao utilizar a linguagem Python ou a linguagem C.

Capítulo 4

Caso A

Nesta seção, apresentamos os resultados do Caso A, com os sentimentos e o desempenho dos estudantes durante o EI de Algoritmos. Os resultados de motivação foram agrupados de acordo com as categorias do modelo ARCS nos dois módulos do EI. Os resultados de engajamento foram agrupados seguindo as categorias do modelo de Schaufeli e Bakker (2003). Quanto aos resultados de atitudes, estes foram agrupados com base nas categorias estabelecidas por Hoegh e Moskal (2009). Adicionalmente, também exibimos as avaliações do nível de facilidade dos conceitos abordados no módulo teórico e habilidades trabalhadas no módulo integrador.

Os testes estatísticos exibidos nesta seção levaram em consideração, pelo teste de Kolmogorov–Smirnov, que todos os dados aqui apresentados e analisados apresentaram uma distribuição normal ($p\text{-value} > 0.05$), com exceção das categorias de atitudes *Gênero* e *Utilidade* ($p\text{-value} < 0.05$).

Medimos os coeficientes alfa de Cronbach para verificar a confiabilidade dos questionários aplicados neste estudo. Os resultados detectaram valores majoritariamente moderados (entre 0.60 e 0.75) e altos (acima de 0.75) para os coeficientes alfa de Cronbach em todas as categorias de motivação e engajamento ao longo das unidades do MT e problemas do MI. Para os questionários de atitudes, apesar de encontrarmos, no questionário aplicado antes do EI, valores moderados para as categorias *Confiança* e *Interesse*, as categorias *Gênero*, *Utilidade* e *Profissional* apresentaram valores de coeficientes baixos (entre 0.30 e 0.60). Em relação ao questionário de atitudes aplicado após o EI, encontramos valores de coeficiente de confiabilidade altos para as categorias *Confiança*, *Interesse* e *Gênero*, mas valores baixos para as categorias *Utilidade* e *Profissional*.

Apresentamos os sentimentos e as notas dos estudantes, primeiramente, por meio de dados descritivos e gráficos boxplots que exibem o comportamento destas variáveis ao longo das unidades. Em seguida, analisamos as relações entre estas variáveis por meio do uso de correlações (de Pearson ou Spearman) e do teste de Regressão múltipla.

4.1 Motivação

Descrevemos a motivação dos estudantes ao longo do semestre segundo as quatro categorias do modelo ARCS. Os resultados individuais de cada categoria são exibidos a seguir.

4.1.1 Atenção

No MT, esta categoria apresentou uma média de 3.20 ± 0.55 , ao longo das três unidades. A primeira unidade obteve uma média de 3.29 ± 0.56 , a segunda, 3.20 ± 0.65 e a terceira 3.26 ± 0.63 . Uma vez que utilizamos uma escala de Likert com valores entre 1 e 5, podemos dizer que, de modo geral, houve um nível moderado de *Atenção* neste módulo ao longo do semestre.

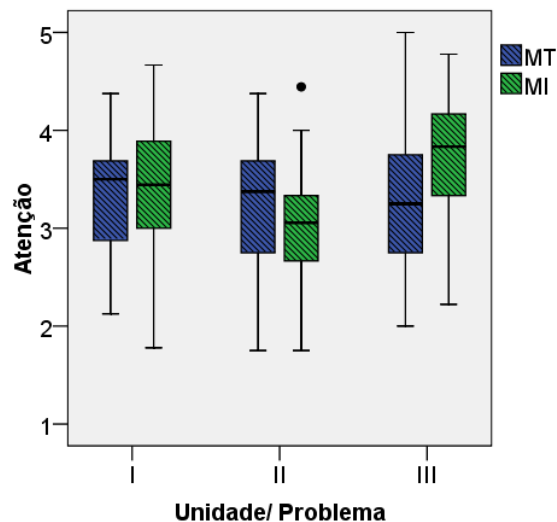


Figura 4.1: Boxplots para a categoria *Atenção* ao longo das três unidades do MT e problemas do MI.

Para os três problemas do MI, esta categoria obteve uma média de 3.34 ± 0.63 . A média de atenção no primeiro problema foi de 3.34 ± 0.70 , no segundo, 3.04 ± 0.67 e no terceiro 3.72 ± 0.59 . Isto nos permite identificar um nível de *Atenção* também moderado neste módulo.

Os dados descritivos acima podem ser confirmados pelos boxplots desta categoria ao longo das unidades do MT e problemas do MI. A Figura 4.1 mostra que as três unidades do MT apresentaram distribuições com medianas e dispersões similares, que juntas revelaram um nível moderado de *Atenção*. Com relação ao MI, a *Atenção* foi mais elevada no terceiro problema, com a caixa interquartílica numa posição mais elevada e sua distribuição com valores principalmente positivos, ou seja, acima do valor neutro de três. Enquanto isso, o problema 2 apresentou o menor nível de *Atenção*, embora este nível tenha se mantido moderado.

Por meio do teste de análise de variância ANOVA de medidas repetidas, seguido do pós-teste de Sidak, encontramos diferenças estatisticamente significativas para a categoria *Atenção* entre os problemas do MI, $F(2, 56) = 16.180$, ($p\text{-valor} < 0.001$). As diferenças encontradas foram entre os problemas 1 e 2, ($p\text{-valor} = 0.006$), os problemas 1 e 3, ($p\text{-valor} = 0.040$) e os problemas 2 e 3, ($p\text{-valor} = 0.000$). Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre as unidades do MT, $F(2, 50) = 0.091$, ($p\text{-valor} = 0.913$).

4.1.2 Relevância

Esta categoria obteve médias positivas tanto no MT quanto no MI com valores respectivamente de, 4.03 ± 0.54 e 3.63 ± 0.62 . No MT, a primeira unidade obteve uma média de 4.16 ± 0.52 , a segunda 4.01 ± 0.66 , e a terceira 4.06 ± 0.54 . Enquanto isso, o primeiro problema do MI obteve uma média de 3.74 ± 0.76 , o segundo, 3.35 ± 0.59 e o terceiro problema, 3.79 ± 0.72 .

Os boxplots da *Relevância* detalham estes resultados. De acordo com a Figura 4.2, podemos ver que no MT, as unidades apresentaram medianas e concentrações similares e positivas. A extensão das caixas interquartílicas mostrou que a primeira unidade obteve os melhores resultados, enquanto a segunda unidade apresentou a maior dispersão de dados. No MI, os intervalos interquartílicos dos problemas 1 e 3 mostraram valores mais positivos, enquanto no problema 2 houve uma leve queda.

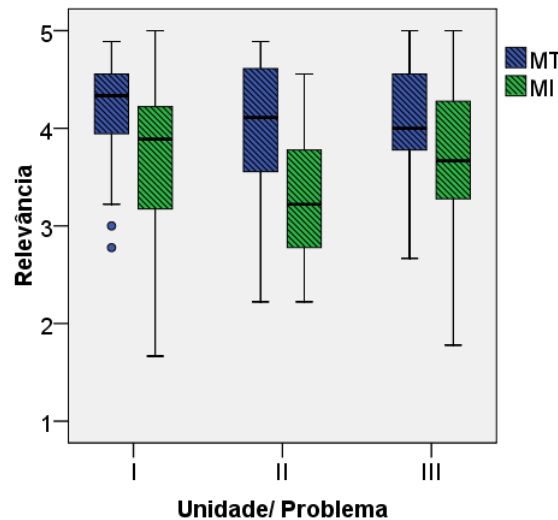


Figura 4.2: Boxplots para a categoria *Relevância* ao longo das três unidades do MT e problemas do MI.

O teste ANOVA de medidas repetidas e o pós-teste de Sidak revelaram a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os problemas do MI, $F(2, 56) = 9.740$, ($p\text{-valor} < 0.001$). Estas diferenças foram encontradas entre os problemas 1 e 2 ($p\text{-valor} = 0.002$), e os problemas 2 e 3, ($p\text{-valor} = 0.007$). No MT não foram

encontradas diferenças significativas entre as unidades, $F(2, 50) = 0.898$, ($p\text{-valor} = 0.414$).

4.1.3 Confiança

Nesta categoria, obtivemos uma média positiva no MT, 3.84 ± 0.52 . A média da confiança na primeira unidade foi de 3.89 ± 0.52 , na segunda, 3.90 ± 0.57 e na terceira, 3.85 ± 0.70 .

No MI, a média da *Confiança* ao longo dos problemas foi moderada, 3.23 ± 0.68 . O problema 1 obteve uma média de 3.59 ± 0.85 , o problema 2 2.48 ± 0.68 e o problema 3, 3.71 ± 0.71 .

A Figura 4.3 mostra que todas as unidades do MT apresentaram medianas e caixas interquartílicas similares e positivas, revelando um nível positivo e relativamente constante de *Confiança*. Já no MI, os problemas 1 e 3 apresentaram uma concentração de dados similar e majoritariamente positiva. Contudo, notamos que houve uma grande queda na confiança no problema 2, que apresentou valores moderados e negativos.

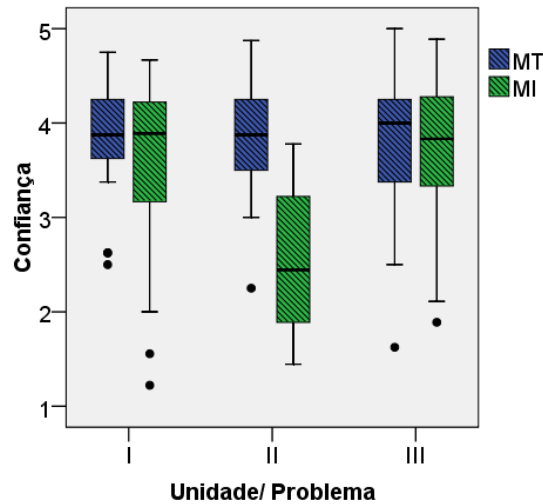


Figura 4.3: Boxplots para a categoria *Confiança* ao longo das três unidades do MT e problemas do MI.

O teste ANOVA de medidas repetidas juntamente com o pós-teste de Sidak indicaram a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os problemas do MI, $F(2, 56) = 42.203$, ($p\text{-valor} < 0.001$). As diferenças ocorrem entre os problemas 1 e 2, ($p\text{-valor} = 0.00$) e os problemas 2 e 3, ($p\text{-valor} = 0.00$). Não foram encontradas diferenças significativas entre as unidades do MT, $F(2, 50) = 1.680$, ($p\text{-valor} = 0.197$).

4.1.4 Satisfação

As médias desta categoria foram positivas no MT, 3.51 ± 0.63 . A *Satisfação* na primeira unidade foi de 3.61 ± 0.56 , na segunda unidade, 3.54 ± 0.80 e na terceira, 3.57 ± 0.67 .

Enquanto isso, no MI a média da *Satisfação* foi moderada ao longo do semestre, 3.21 ± 0.86 . O problema 1 apresentou uma média de 3.64 ± 1.07 , o problema 2, 2.51 ± 0.84 e o problema 3, 3.53 ± 0.87 .

Os boxplots na Figura 4.4 mostram intervalos interquartílicos concentrados em valores majoritariamente positivos ao longo das unidades do MT. Ainda assim, a segunda unidade apresentou uma maior dispersão de dados e mais valores moderados. No MI, os problemas 1 e 3 obtiveram os melhores resultados, com medianas e caixas interquartílicas concentradas em maior parte em valores positivos. Apesar disso, houve uma queda drástica nos níveis de *Satisfação* no problema 2, com uma concentração maior da caixa em valores moderados e negativos.

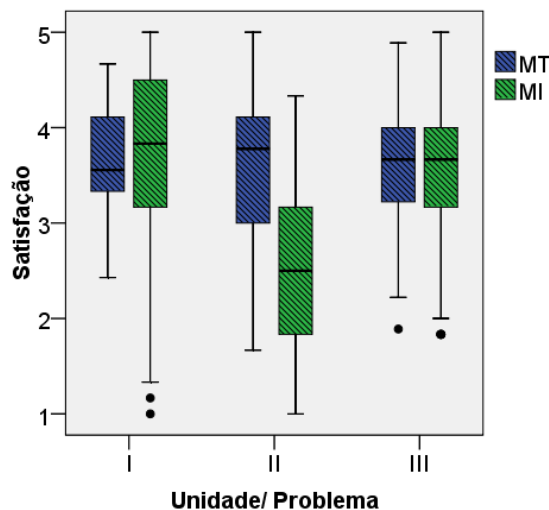


Figura 4.4: Boxplots para a categoria *Satisfação* ao longo das três unidades do MT e problemas do MI.

O teste de análise de variância ANOVA de medidas repetidas indicou a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os problemas do MI, $F(2, 56) = 36.101$, ($p\text{-valor} < 0.001$). O pós-teste de Sidak apontou diferenças entre os problemas 1 e 2, ($p\text{-valor} = 0.00$), os problemas 1 e 3 ($p\text{-valor} = 0.034$), e os problemas 2 e 3, ($p\text{-valor} = 0.00$). Não foram encontradas diferenças significativas entre as unidades do MT $F(2, 50) = 1.077$, ($p\text{-valor} = 0.349$).

4.2 Engajamento

Nesta seção, exibimos os resultados do engajamento dos estudantes ao longo do semestre segundo as três categorias descritas a seguir.

4.2.1 Vigor

A categoria *Vigor* obteve médias moderadas tanto no MT quanto no MI, com médias respectivamente de, 2.89 ± 0.88 e 3.03 ± 0.77 . No MT, a primeira unidade obteve uma média de 2.99 ± 0.84 , a segunda unidade, 2.92 ± 0.93 e a terceira, 2.86 ± 1.02 . Já no MI, o problema 1 apresentou uma média de 3.03 ± 0.81 , o problema 2, 3.00 ± 0.79 e o problema 3, 2.99 ± 0.92 .

Podemos ver nos boxplots desta categoria apresentados na Figura 4.5, que em ambos os módulos, as medianas e caixas interquartílicas foram similares e concentradas em valores moderados, revelando que houve um nível moderado de *Vigor* ao longo do semestre. Notamos dispersões também elevadas em ambos os módulos.

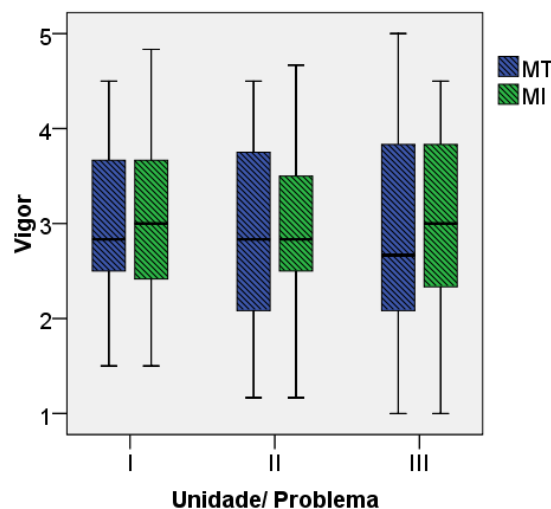


Figura 4.5: Boxplots para a categoria *Vigor* ao longo das três unidades do MT e problemas do MI.

O teste ANOVA de medidas repetidas não identificou diferenças estatisticamente significativas entre as unidades do MT, $F(2, 50) = 1.154$, ($p\text{-valor} = 0.324$) e problemas do MI, $F(2, 56) = 0.981$, ($p\text{-valor} = 0.381$).

4.2.2 Dedicção

A *Dedicção* obteve médias moderadas no MT, 3.28 ± 0.88 , e positivas no MI, 3.51 ± 0.73 . A primeira unidade do MT obteve 3.33 ± 0.84 , já a segunda unidade obteve 3.34 ± 0.96 e a terceira, 3.28 ± 0.99 . No MI, o problema 1 obteve uma média de 3.56 ± 0.75 , o problema 2, 3.39 ± 0.82 e o problema 3, 3.47 ± 0.89 .

Os boxplots exibidos na Figura 4.6, mostram as medianas de todas as unidades do MT e problemas do MI concentradas em valores moderados com tendência aos valores positivos. O MI, inclusive, apresentou uma maior concentração em valores positivos. As dispersões desta categoria também foram elevadas.

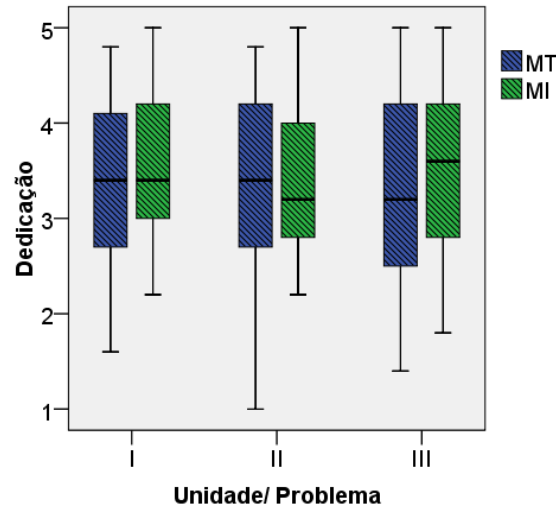


Figura 4.6: Boxplots para a categoria *Dedicação* ao longo das três unidades do MT e problemas do MI.

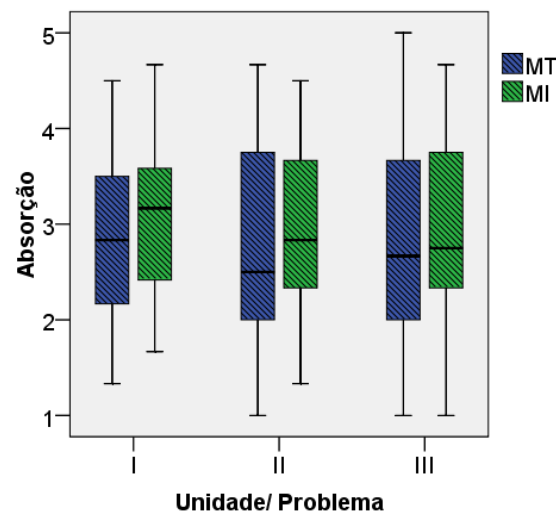


Figura 4.7: Boxplots para a categoria *Absorção* ao longo das três unidades do MT e problemas do MI.

O teste ANOVA de medidas repetidas encontrou diferenças significativas entre as unidades do MT, $F(2, 50) = 4.458$, ($p\text{-valor} < 0.05$), mais especificamente, pelo teste de Sidak, entre as unidades 1 e 2 ($p\text{-valor} = 0.011$). Não foram encontradas diferenças entre os problemas do MI, $F(2, 56) = 1.865$, ($p\text{-valor} = 0.164$).

4.2.3 Absorção

Esta categoria obteve médias moderadas para ambos os módulos, MT e MI, obtendo respectivamente, 2.79 ± 0.95 e 3.01 ± 0.82 . Na primeira unidade do MT, a média de *Absorção* foi de 2.88 ± 0.90 , na segunda unidade 2.74 ± 1.09 e na terceira, 2.85 ± 1.07 . Enquanto isso, no problema 1 do MI, a média foi de 3.02 ± 0.75 , no problema 2, 2.97 ± 0.90 e no problema 3, 2.97 ± 1.03 .

Na Figura 4.7, os boxplots desta categoria mostram que, de fato, as medianas e caixas interquartílicas, em ambos os módulos, se concentraram em valores moderados, com uma leve tendência à valores negativos de *Absorção*. As dispersões também foram elevadas em ambos os módulos.

O teste ANOVA de medidas repetidas não indicou a existência de diferenças estatisticamente significativas entre as unidades do MT, $F(2, 50) = 1.544$, ($p\text{-valor} = 0.223$), e problemas do MI, $F(1.519, 42.539) = 1.429$, ($p\text{-valor} = 0.249$).

4.3 Atitudes

Esta seção apresenta os resultados relacionados às atitudes dos estudantes a partir das cinco categorias exibidas a seguir.

4.3.1 Confiança

Antes de iniciar o EI, a *Confiança* dos estudantes era em média 3.56 ± 0.34 . É válido lembrar que para as categorias de atitudes utilizamos uma escala de Likert com valores entre 1 e 4. Sendo assim, podemos dizer que antes de iniciar o EI, os estudantes apresentavam um nível positivo de *Confiança*. Após o EI, os estudantes apresentaram, em média, um nível de *Confiança* também positivo, 3.57 ± 0.41 .

Os boxplots da Figura 4.8 mostram em mais detalhes que em ambos os momentos, antes e após o EI, os estudantes apresentaram um nível positivo de *Confiança*. As medianas, nos dois momentos foram similares e positivas, bem como seus intervalos interquartílicos, embora a dispersão tenha sido levemente maior após o EI.

Pelo teste t pareado não identificamos diferenças estatisticamente significativas entre a *Confiança* dos estudante antes e após o EI, $t(32) = 0.029$, ($p\text{-valor} = 0.997$).

4.3.2 Interesse

Esta categoria obteve médias positivas antes e após o EI, sendo respectivamente, 3.55 ± 0.31 e 3.58 ± 0.33 . Na Figura 4.9, podemos observar mais detalhadamente que as medianas e caixas interquartílicas apresentaram valores similares e positivos, revelando níveis positivos de *Interesse* dos estudantes nos dois momentos, antes e após o EI. As dispersões também foram similares, apesar de levemente menores após o EI.

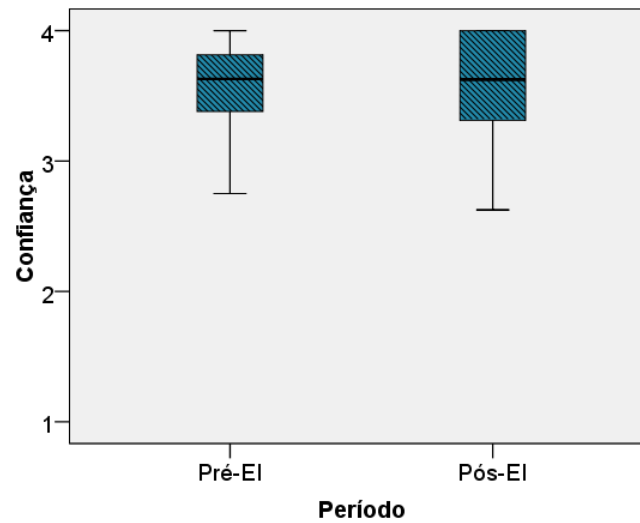


Figura 4.8: Boxplots para a categoria de atitudes, *Confiança*, antes e após os estudantes passarem pelo EI.

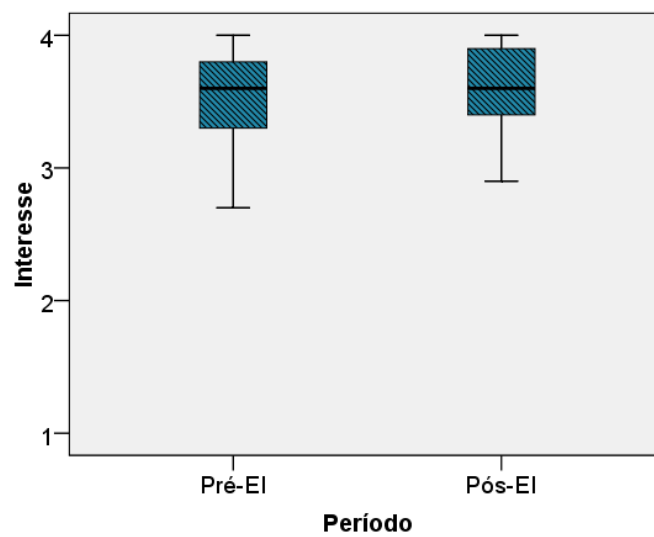


Figura 4.9: Boxplots para a categoria de atitudes, *Interesse*, antes e após os estudantes passarem pelo EI.

O teste t pareado não identificou diferenças estatisticamente significativas no *Interesse* dos estudantes entre os dois momentos, antes e após o EI, $t(33) = 0.166$, ($p\text{-valor} = 0.870$).

4.3.3 Gênero

A categoria *Gênero* obteve médias positivas nos dois momentos analisados, antes e após o EI, respectivamente 3.89 ± 0.17 e 3.94 ± 0.18 . A Figura 4.10 mostra medianas similares e concentradas no máximo valor positivo da escala revelando níveis positivos desta categoria nos dois momentos analisados. A dispersão de dados no momento pré-EI foi pequena e ainda menor no momento pós-EI.

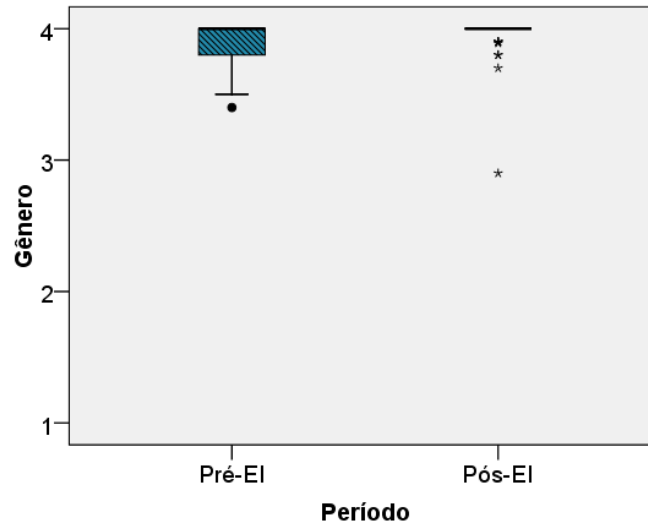


Figura 4.10: Boxplots para a categoria de atitudes, *Gênero*, antes e após os estudantes passarem pelo EI.

Utilizando o teste de wilcoxon para dados não paramétricos, não encontramos diferenças estatisticamente significativas entre os momentos antes e após o EI para esta categoria, $Z = -0.537$, ($p\text{-valor} = 0.592$).

4.3.4 Utilidade

A *Utilidade* obteve médias também positivas em ambos os momentos, antes e após o EI, respectivamente 3.72 ± 0.31 e 3.77 ± 0.26 . Os boxplots exibidos na Figura 4.11 mostram que as medianas e intervalos interquartílicos foram similares e concentraram valores positivos nos dois momentos. Assim, podemos dizer que houve níveis positivos de *Utilidade* entre os estudantes. As dispersões foram também similares e pequenas. Mesmo assim, notamos uma leve diminuição da dispersão no momento pós-EI.

Pelo teste de Wilcoxon, não encontramos diferenças significativas desta categoria antes e após o EI, $Z = -0.731$, ($p\text{-valor} = 0.465$).

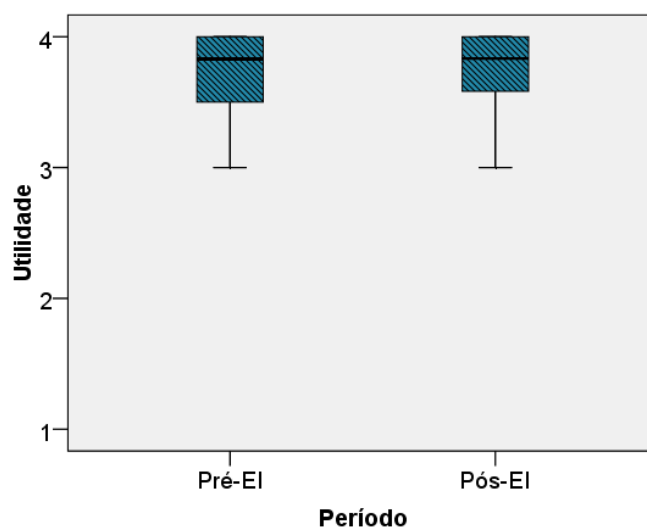


Figura 4.11: Boxplots para a categoria de atitudes, *Utilidade*, antes e após os estudantes passarem pelo EI.

4.3.5 Profissional

Esta categoria obteve médias moderadas antes e após o EI, respectivamente 2.80 ± 0.59 e 2.77 ± 0.67 . Os boxplots da Figura 4.12 mostram que as medianas e caixas interquartílicas antes e após o EI foram similares e se concentraram em valores moderados, com tendências positivas. As dispersões também foram similares e grandes, apesar de notarmos uma dispersão levemente maior no momento pós-EI, abrangendo mais valores moderados.

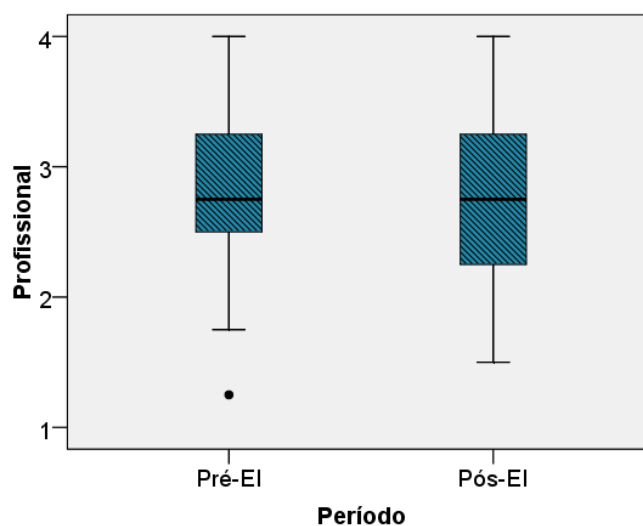


Figura 4.12: Boxplots para a categoria de atitudes, *Profissional*, antes e após os estudantes passarem pelo EI.

O teste t de amostras pareadas não apontou diferenças significativas desta categoria entre os dois momentos analisados, $t(33) = 0.367$, ($p\text{-valor} = 0.716$).

4.4 Desempenho

A média final de desempenho dos estudantes ao longo das unidades do MT foi de 5.01 ± 3.17 . Na primeira unidade, os estudantes obtiveram uma média de 6.51 ± 3.05 , na segunda unidade, 4.81 ± 3.18 e na terceira, 4.72 ± 3.31 . Ao final do MT, 22 estudantes foram aprovados (42.30%), um deles após realizar a prova final. Os 30 estudantes restantes (57.70%), foram reprovados, sendo que 11 (21.15%), perderam por ultrapassar o limite de faltas, 15 (28.84%), obtiveram reprovação após realizar a prova final e 4 foram reprovados sem direito a realização desta prova, (7.70%).

Enquanto isso, a média final de desempenho nos três problemas do MI foi de 6.69 ± 2.66 . O problema 1 obteve uma média de 7.69 ± 2.25 , o problema 2, 5.53 ± 3.21 e o problema 3, 5.80 ± 3.50 . Ao final da disciplina, 27 estudantes foram aprovados (62.8%), um após realizar a avaliação final. Um total de 16 (37.2%), estudantes foram reprovados, 6 (14.0%), deles por exceder o limite de faltas permitido, 8 (18.60%), após realizar a avaliação final, e 2 foram reprovados por não obter pontuação suficiente para realização da prova final, (4.65%).

A Figura 4.13 mostra a distribuição das notas dos estudantes ao longo das unidades do MT e problemas do MI. A partir dos boxplots, podemos notar que os estudantes obtiveram melhores resultados na primeira unidade do MT e primeiro problema do MI, com o MT apresentando a maior dispersão. As unidades e problemas seguintes apresentaram dispersões grandes e similares, nas quais as notas variaram de muito baixas à muito elevadas. Enquanto isso, podemos observar que as medianas foram mais elevadas no MI quando comparadas às medianas do MT. Adicionalmente, observamos uma diminuição das notas do MT ao longo das unidades, enquanto percebemos uma queda nas notas do MI no problema 2 e uma leve recuperação no problema seguinte.

O teste ANOVA de medidas repetidas apontou diferenças estatisticamente significativas entre as notas do MT, $F(1.486, 75.761) = 23.327$, ($p\text{-valor} < 0.001$). Mais especificamente, o pós-teste de Sidak indicou diferenças entre as notas das unidades 1 e 2, ($p\text{-valor} = 0.00$) e unidades 1 e 3, ($p\text{-valor} = 0.00$). Estes testes também apontaram diferenças significativas entre as notas dos problemas do MI, $F(1.359, 58.421) = 25.517$, ($p\text{-valor} < 0.001$). As diferenças ocorreram entre os problemas 1 e 2, ($p\text{-valor} = 0.00$) e os problemas 1 e 3, ($p\text{-valor} = 0.01$).

Ainda, utilizamos o teste t de amostras independentes para verificar diferenças entre as notas finais do MT e MI. O resultado confirmou a hipótese alternativa da existência de diferenças estatisticamente significativas entre as notas obtidas nos módulos ($t = -2.647$, $p\text{-valor} = 0.10$).

Na avaliação SCS1, cada questão valeu 1 ponto, totalizando 27 pontos. Os estudan-

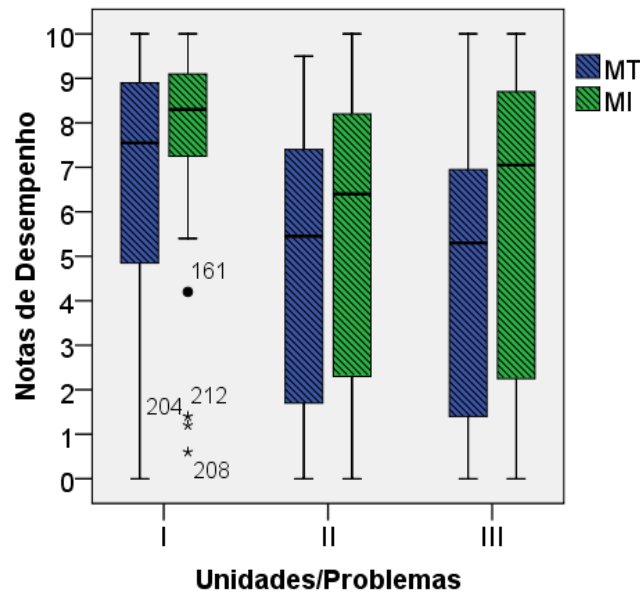


Figura 4.13: Desempenho dos estudantes ao longo das unidades do MT e problemas do MI.

tes obtiveram uma média de 9.20 ± 4.03 . A Figura 4.14 exhibe os boxplots das notas finais dos estudantes em cada módulo e das notas obtidas com a avaliação SCS1. Esta última foi normalizada para corresponder a valores entre 0 e 10, de modo a facilitar as comparações. Os boxplots nos permitem observar que as dispersões foram grandes nos módulos do EI, com notas indo de muito baixas à elevadas. Além disso, as notas SCS1 apresentaram a menor mediana, enquanto as medianas dos módulos do EI mostraram que as notas finais do MI foram maiores que as notas finais do MT.

4.5 Relação Entre as Variáveis

Esta seção apresenta as correlações entre as variáveis deste estudo. As variáveis independentes correspondem aos sentimentos de motivação, engajamento e as atitudes dos estudantes, analisados a partir de suas categorias. As variáveis dependentes referem-se as notas dos estudantes nos dois módulos, MT e MI, bem como os resultados do SCS1.

4.5.1 Sentimentos e Desempenho ao Longo das Unidades/Problemas

Nesta subseção apresentamos, para cada unidade do MT e problema do MI, as correlações de Pearson entre as categorias de motivação e engajamento com o desempenho dos estudantes nos respectivos períodos.

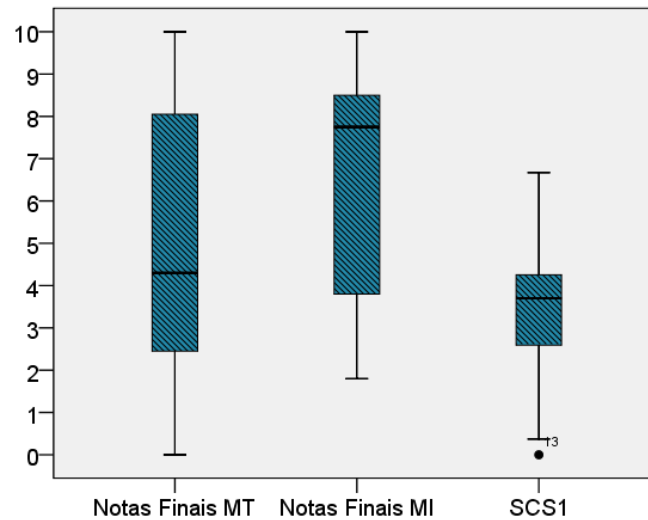


Figura 4.14: Comparação entre as notas finais dos estudantes nos módulos do EI e na avaliação SCS1 normalizada.

A Tabela 4.1 revela um efeito forte/médio e significativo de correlação entre todas as categorias de motivação e as notas obtidas nos problemas 1 e 3 do MI. Apesar disso, no problema 2, notamos uma única correlação estatisticamente significativa, e esta ocorreu com a categoria *Atenção* e apresentou um efeito médio. No MT, todas as três unidades apresentaram correlações significativas e de efeito forte/médio com as categorias *Confiança* e *Satisfação*. Contudo, não encontramos correlações significativas com as categorias de motivação remanescentes.

Analisando as categorias de engajamento, notamos uma correlação média e significativa entre o *Vigor* e as notas do problema 3 do MI, mas não encontramos correlações significativas entre esta categoria e as notas do MT. Enquanto isso, a *Dedicação* apresentou correlações médias e significativas com as notas da unidade 2 do MT e problema 3 do MI. Também obteve uma correlação forte com as notas da unidade 3 do MT. Contudo, não encontramos correlações significativas com as unidades/problemas restantes. A categoria *Absorção* não apresentou nenhuma correlação significativa com as notas do MI, mas exibiu uma correlação média com a unidade 3 do MT.

Tabela 4.1: Correlações entre as categorias de motivação e engajamento com as notas dos estudantes ao longo do MT e MI

	MT			MI		
	Unidade 1	Unidade 2	Unidade 3	Problema 1	Problema 2	Problema 3
Atenção	0.127 (0.473)	0.224 (0.234)	0.305 (0.090)	0.592 (0.000)**	0.400 (0.029)*	0.432 (0.014)*
Relevância	0.127 (0.475)	0.353 (0.056)	0.303 (0.092)	0.502 (0.002)**	0.159 (0.402)	0.362 (0.042)*
Confiança	0.485 (0.004)**	0.473 (0.008)**	0.359 (0.043)*	0.731 (0.000)**	0.181 (0.338)	0.483 (0.005)**
Satisfação	0.500 (0.003)**	0.549 (0.002)**	0.538 (0.001)**	0.681 (0.000)**	0.230 (0.222)	0.474 (0.006)**
Vigor	0.181 (0.305)	0.155 (0.413)	0.339 (0.058)	0.306 (0.078)	0.316 (0.089)	0.367 (0.039)*
Dedicação	0.215 (0.223)	0.392 (0.032)*	0.594 (0.000)**	0.132 (0.456)	0.223 (0.236)	0.391 (0.027)*
Absorção	0.070 (0.694)	0.062 (0.746)	0.380 (0.032)*	0.173 (0.327)	0.217 (0.249)	0.218 (0.231)

Tabela 4.2: Correlações entre as médias gerais de motivação e engajamento, por módulo, e as médias finais de desempenho dos estudantes.

	MT		MI	
	Médias Finais	Notas SCS1	Médias Finais	Notas SCS1
Atenção	0.252 (0.122)	0.137 (0.448)	0.467 (0.006)**	0.261 (0.142)
Relevância	0.330 (0.040)*	0.158 (0.380)	0.373 (0.032)*	0.351 (0.045)*
Confiança	0.533 (0.000)**	0.440 (0.010)*	0.396 (0.022)*	0.455 (0.008)**
Satisfação	0.580 (0.000)**	0.401 (0.021)*	0.503 (0.003)**	0.376 (0.031)*
Vigor	0.319 (0.048)*	0.134 (0.458)	0.419 (0.015)*	0.070 (0.698)
Dedicação	0.432 (0.006)**	0.255 (0.152)	0.417 (0.016)*	0.186 (0.301)
Absorção	0.280 (0.085)	0.079 (0.661)	0.267 (0.134)	-0.023 (0.897)

4.5.2 Sentimentos e Notas Finais de Desempenho

Nesta subseção apresentamos as correlações entre as médias gerais de cada categoria de motivação e engajamento, por módulo, e as médias de desempenho finais dos estudantes em cada um destes módulos. Também exibimos as correlações entre as médias gerais destas categorias e as notas obtidas na avaliação SCS1. Neste último caso, as correlações ocorrem entre as notas obtidas no SCS1 e as médias das categorias nos dois módulos. Também apresentamos as correlações entre as categorias de atitudes medidas após o EI e as médias finais de desempenho dos estudantes nos dois módulos e a relação entre estas categorias e as notas obtidas no SCS1. Foi utilizado o teste de correlação de Spearman para as categorias de atitudes, *Gênero* e *Utilidade*, as quais não apresentaram distribuições normais. Para o restante das categorias, utilizamos o teste de correlação de Pearson.

Na Tabela 4.2 podemos notar a existência de uma correlação predominantemente significativa e moderada entre todas as categorias de motivação e engajamento do MI e as médias de desempenho finais dos estudantes neste módulo. Como destaques, notamos a forte correlação com a *Satisfação* e a correlação fraca e não significativa com a *Absorção*. Em relação ao MT, também identificamos uma correlação predominantemente significativa e moderada entre as categorias e as médias finais de desempenho. Podemos destacar as correlações fortes encontradas para as categorias *Confiança* e *Satisfação* e as correlações fracas e não significativas para a *Atenção* e a *Absorção*.

Em relação à avaliação SCS1, apesar de as correlações entre a maior parte dos sentimentos de motivação e engajamento do MT terem sido fracas e não significativas, podemos notar uma correlação moderada e significativa para a *Confiança* e a *Satisfação*. As correlações entre a maioria das categorias de motivação e engajamento do MI e as notas do SCS1 também foram não significativas e fracas. Mesmo assim, a *Relevância*, a *Confiança* e a *Satisfação* apresentaram correlações moderadas e significativas com as notas do SCS1.

A Tabela 4.3 nos mostra correlações predominantemente fracas e não significativas entre as categorias de atitudes e as notas obtidas pelos estudantes nos dois módulos

Tabela 4.3: Correlações das categorias de atitudes com as médias finais de desempenho dos estudantes em cada módulo e com as notas obtidas na avaliação SCS1.

	Médias Finais MT	Médias Finais MI	Notas SCS1
Confiança	0.620 (0.000)**	0.384 (0.027)*	0.414 (0.017)*
Interesse	0.349 (0.029)*	0.178 (0.321)	0.224 (0.211)
Gênero	-0.049 (0.765)	-0.103 (0.567)	-0.024 (0.895)
Utilidade	0.239 (0.143)	0.316 (0.073)	0.193 (0.282)
Profissional	0.059 (0.723)	0.012 (0.947)	0.215 (0.229)

Tabela 4.4: Correlações entre as médias finais de desempenho dos estudantes no MT e MI e as notas obtidas na avaliação SCS1.

	Médias Finais MI	Notas SCS1
Médias Finais MT	0.778 (0.000)**	0.658 (0.000)**
Médias Finais MI	-	0.309 (0.080)

e na avaliação SCS1. No MT, a *Confiança* e o *Interesse* apresentaram relações significativas, a primeira com uma correlação forte e a segunda moderada. No MI, a *Confiança* foi a única categoria significativa, apresentando uma relação moderada. Em relação às notas SCS1, a *Confiança* mais uma vez apresentou a única correlação significativa, também moderada.

4.5.3 Performance dos Estudantes

Esta subseção exibe as correlações entre as médias finais de desempenho obtidas em ambos os módulos e as notas obtidas na avaliação SCS1.

A Tabela 4.4, nos mostra a existência de uma correlação significativa e forte entre as médias finais obtidas no MT e MI. Adicionalmente, também notamos que houve uma relação significativa e forte entre as médias finais do MT e as notas SCS1. Contudo, notamos uma relação moderada e não significativa entre as médias finais do MI e as notas SCS1.

4.5.4 Regressão Linear Múltipla

Utilizamos o teste de regressão linear múltipla a fim de mensurar as capacidades de previsão das categorias de motivação, engajamento e atitudes (pós-EI), sobre as médias de desempenho dos estudantes, tanto nos módulos, MT e MI, quanto na avaliação SCS1. Com base na experiência prévia de nosso grupo de pesquisa na investigação dos sentimentos de estudantes em disciplinas de CS1, e também baseado nos resultados das correlações apresentadas nas subseções acima, optamos por utilizar a regressão linear múltipla do tipo *hierárquica*. Para todas as categorias

aqui apresentadas, todos os critérios da regressão linear múltipla foram atendidos, isto inclui os critérios do tamanho das amostras, ausência de multicolinearidade, independência de resíduos e homocedasticidade.

A partir de nossa experiência e dos resultados das correlações já abordados, ao realizar o teste de regressão, adotamos a seguinte ordem hierárquica de inclusão das categorias de motivação: *Confiança*, *Satisfação*, *Relevância* e *Atenção*. Em um novo teste de regressão, mensuramos a capacidade de previsão das categorias de engajamento. A ordem hierárquica de inclusão das categorias foi: *Dedicação*, *Vigor* e *Absorção*. Um terceiro teste foi realizado com as categorias de atitudes mensuradas após o EI. A ordem hierárquica de inclusão das variáveis foi: *Confiança*, *Interesse*, *Utilidade* e *Profissional*. No intuito de respeitar o critério do tamanho da amostra, e considerando a correlação mais fraca encontrada, removemos a categoria *Gênero* da análise de regressão. Foi necessário realizar testes de regressão diferentes para cada sentimento, no intuito de respeitar o critério do tamanho da amostra.

Na Tabela 4.5, apresentamos os resultados da regressão linear múltipla por meio dos coeficientes (B) e do R^2 *change* de cada categoria a fim de exibir a capacidade de previsão individual de cada uma delas. Também exibimos o R^2 de todo o modelo, juntamente com o R^2 ajustado, a fim de explicar a capacidade de previsão de todo o modelo com todas as categorias inclusas.

Tabela 4.5: Coeficientes de regressão linear múltipla para as categorias de motivação, engajamento e atitudes no MT e MI.

	MT				MI			
	Médias Finais Coef. B	R ²	Notas SCS1 Coef. B	R ²	Médias Finais Coef. B	R ²	Notas SCS1 Coef. B	R ²
Constante	-4.261 (0.169)	-	0.279 (0.515)	-	0.452 (0.881)	-	-0.127 (0.787)	-
Atenção	-0.441 (0.598)	0.4%	-0.107 (0.384)	1.6%	1.059 (0.470)	1.1%	-0.236 (0.293)	3.1%
Relevância	-1.709 (0.098)	5.0%	-0.252 (0.117)	8.2%	-0.570 (0.650)	0.1%	0.151 (0.430)	0.3%
Confiança	1.492 (0.119)	29.3%	0.196 (0.111)	18.9%	0.018 (0.986)	16.5%	0.243 (0.147)	20.7%
Satisfação	3.457 (0.001)**	10.7%	0.311 (0.026)*	2.7%	1.420 (0.261)	13.0%	0.097 (0.601)	0.3%
		45.4%		31.4%		30.7%		24.4%
Constante	1.311 (0.445)	-			0.340 (0.852)	-	0.348 (0.233)	-
Vigor	0.353 (0.773)	1.2%			2.173 (0.038)*	1.6%	0.092 (0.566)	1.9%
Dedicação	2.415 (0.030)*	9.0%			1.865 (0.053)	21.4%	0.286 (0.061)	3.4%
Absorção	-1.770 (0.139)	4.4%			-2.226 (0.024)*	10.8%	-0.289 (0.078)	9.8%
		14.6%				33.8%		15.1%
Constante	-7.396 (0.186)	-	-0.244 (0.746)	-				
Confiança	6.071 (0.000)**	38.5%	0.484 (0.017)*	19.6%				
Interesse	-2.987 (0.123)	3.3%	-0.221 (0.397)	2.1%				
Utilidade	0.996 (0.578)	0.4%	0.007 (0.977)	0.0%				
Profissional	-0.520 (0.370)	1.4%	0.019 (0.805)	0.1%				
		43.6%		21.9%				

Ao analisar os resultados para as categorias de motivação e as notas finais do MT, observamos o surgimento de um modelo significativo $F(4, 43) = 8.930$, (p -valor < 0.01), com uma capacidade de previsão de 45.4% e um R^2 ajustado de 40.3%. Segundo este modelo, apesar de a *Satisfação* ter sido a única variável significativa, tanto ela quanto a *Confiança* apresentaram as maiores contribuições, 10.7% e 29.3%, respectivamente. A motivação mensurada no MT, também foi capaz de explicar 31.4% (R^2 ajustado = 23.3%) das notas SCS1, com um modelo significativo,

$F(4, 34) = 3.890$, ($p\text{-valor} < 0.05$). Mesmo a *Satisfação* sendo, mais uma vez, a única categoria significativa, a *Confiança* e a *Relevância* apresentaram as maiores capacidades preditivas, 18.9% e 8.2%, respectivamente.

A motivação ainda foi capaz de explicar 30.7% das médias finais do MI, com um modelo significativo, $F(4, 33) = 3.650$, ($p\text{-valor} < 0.05$) e um R^2 ajustado de 22.3%. Mesmo assim, neste modelo, nenhuma categoria significativa foi encontrada, apesar da considerável contribuição da *Confiança* (16.5%) e da *Satisfação* (13.0%). Em relação à avaliação SCS1, não foi encontrado um modelo de regressão significativo. Contudo, as categorias de motivação mensuradas no MI foram capazes de prever 24.4% (R^2 ajustado = 13.6%) das notas SCS1. A *Confiança* apresentou a maior contribuição individual no modelo, com 20.7%.

Em relação às categorias de engajamento do MT e as médias de desempenho dos estudantes neste módulo, nenhum modelo significativo foi encontrado. Contudo, notamos uma capacidade de previsão de 14.6% (R^2 ajustado = 8.7%), em maior parte vindo da *Dedicação* e da *Absorção*, com 9.0% e 4.4%, respectivamente, sendo a *Dedicação* significativa. Uma vez que o critério da multicolinearidade não foi atendido, não foram apresentados os resultados de regressão para as categorias de engajamento do MT e as notas SCS1.

Com um modelo significativo, $F(3, 34) = 5.790$, ($p\text{-valor} < 0.01$), as categorias de engajamento do MI foram capazes de explicar 33.8% (R^2 ajustado = 28.0%) das médias de desempenho deste módulo. As categorias *Vigor* e *Absorção* foram identificadas como as variáveis significativas. Contudo, a *Dedicação* e a *Absorção* obtiveram as maiores capacidades de previsão, com 21.4% e 10.8%, respectivamente. As categorias de engajamento mensuradas no MI, ainda foram capazes de explicar juntas 15.1% (R^2 ajustado = 6.3%) das notas SCS1, apesar de não ter apresentado um modelo significativo. A *Absorção* foi a variável de maior contribuição, com 9.8%.

Para as categorias de atitudes, encontramos um modelo significativo, $F(4, 34) = 6.575$, ($p\text{-valor} < 0.01$), capaz de prever 43.6% (R^2 ajustado = 37.0%), das médias de desempenho finais do MT. A categoria *Confiança* apresentou a maior capacidade previsora 38.5%, e foi a única significativa. Com relação às notas SCS1, apesar de não apresentar um modelo significativo, as atitudes foram capazes de prever 21.9% (R^2 ajustado = 12.7%) destas notas, mantendo a *Confiança* como variável significativa e de maior capacidade de previsão 19.6%. Uma vez que o critério de independência de resíduos não foi atendido, não foi possível apresentar os resultados da regressão referentes às médias de desempenho do MI.

4.6 Percepções de Aprendizagem

Esta seção apresenta, por meio de gráficos de barras empilhadas, as percepções de aprendizagem dos estudantes acerca das habilidades e conceitos trabalhados ao longo do MI e MT, respectivamente.

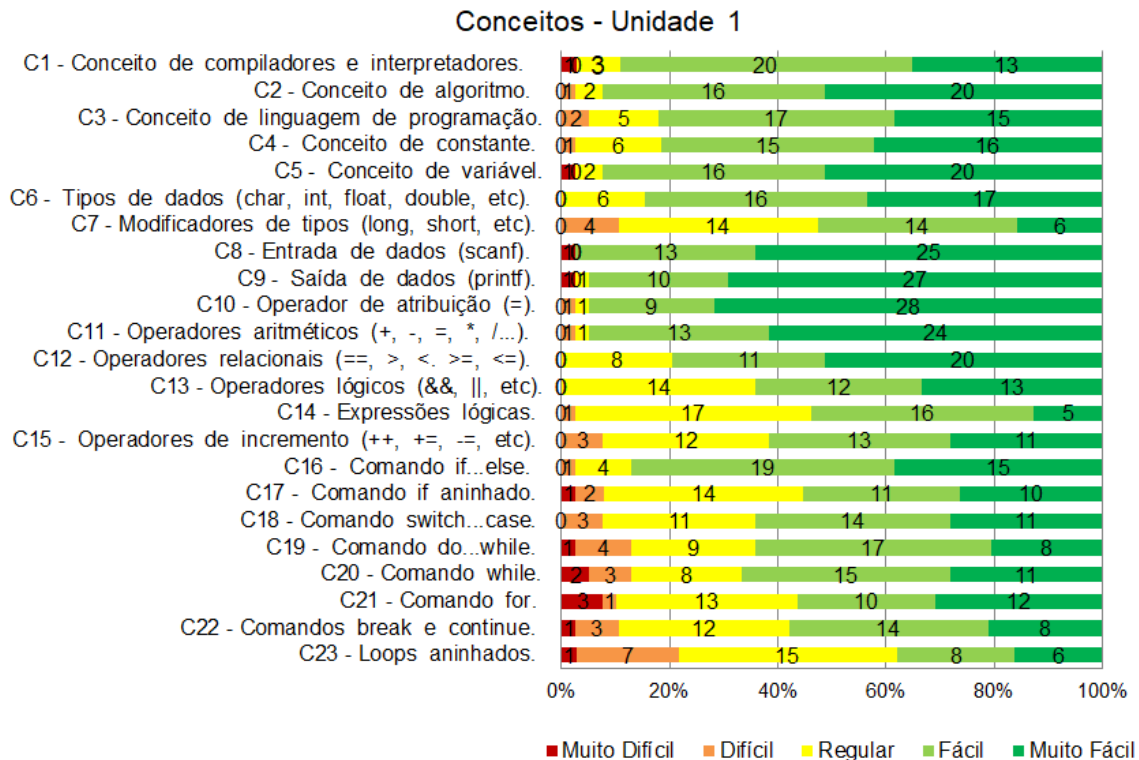


Figura 4.15: Variação da percepção de aprendizagem dos conceitos da primeira unidade do MT.

4.6.1 Conceitos

A Figura 4.15 exhibe os resultados para a percepção de aprendizagem dos conteúdos abordados na unidade 1 do MT. De modo geral, os estudantes não apresentaram dificuldades nos conteúdos da primeira unidade.

De acordo com os estudantes, o conceito mais fácil foi o de *Entrada de dados* (C8, 97% de facilidade). Em seguida, encontramos conceitos como os operadores de atribuição e aritméticos (C10 e C11) com 95% de facilidade. As estruturas condicionais, *Comando if...else* (C16), também se destacaram com 87% de facilidade.

As maiores dificuldades, ainda que não tão expressivas, ocorreram com os *Loops aninhados* (C23, 23% de dificuldade e 40% de regularidade), as estruturas de repetição com o *While* (C19 e C20, 13% de dificuldade) e o *Comando for* (C21) com os *Comandos break e continue* (C22), apresentando 10% de dificuldade. Já as *expressões lógicas* receberam um maior grau de moderação (C14, 43% regular). Uma vez considerando uma escala de likert de 5 pontos, a média obtida para os conceitos da unidade 1 foi positiva, (4.05 ± 0.58) .

A partir da Figura 4.16, podemos observar que, de modo geral, os estudantes também não apresentaram grandes dificuldades com os conceitos da unidade 2.

Os conteúdos mais fáceis foram as *variáveis locais e globais*, os *vetores* e as *matrizes*

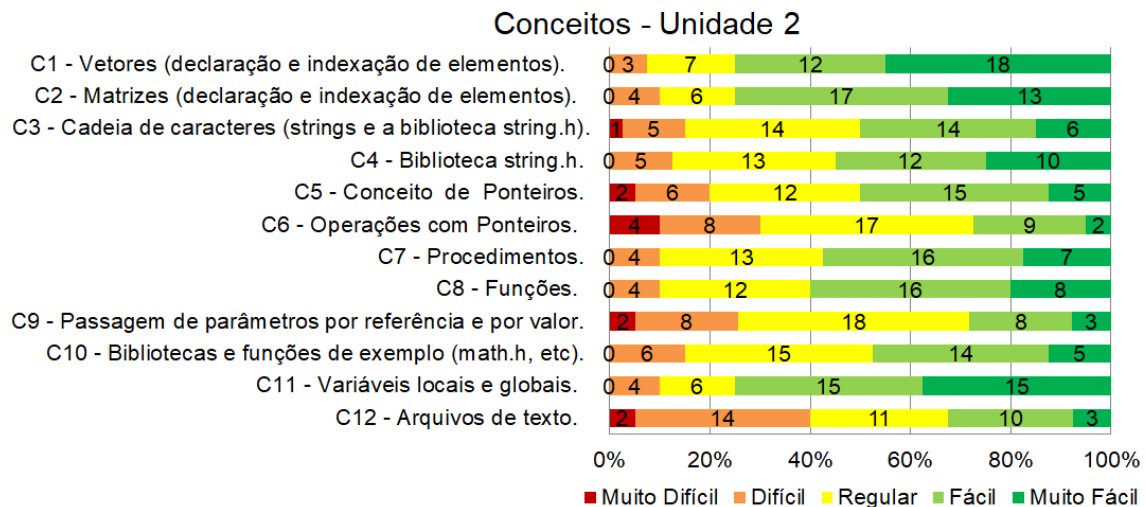


Figura 4.16: Variação da percepção de aprendizagem dos conceitos da segunda unidade do MT.

(C11, C1 e C2, com 75% de facilidade). Em seguida, as *funções* (C8) e *procedimentos* (C7), com 60% e 58% de facilidade, respectivamente. Já a *manipulação de Strings*, (C3), e o *conceito de ponteiros*, (C5), apresentaram 50% de facilidade.

Um dos conceitos mais difíceis avaliados envolveu as *Operações com ponteiros* (C6), com o menor percentual de facilidade, 27%. Mesmo assim, os *arquivos de texto* obtiveram o maior percentual de dificuldade, (C12, 40% de dificuldade), sendo o conceito mais difícil avaliado. A média obtida para os conceitos da unidade 2 foi positiva, (3.53 ± 0.61) .

Na Figura 4.17, exibimos os resultados para a percepção de aprendizagem dos conteúdos da unidade 3. De modo geral, mais uma vez os estudantes não pontuaram grandes dificuldades.

O uso do *Typedef* e as *Estruturas* obtiveram os maiores percentuais de facilidade, (C5, 79% e C3, 64% de facilidade). Por outro lado, os conceitos mais difíceis foram as *listas encadeadas e suas operações* e as *funções recursivas*, (C7, 66% e C2, 48% de dificuldade). A *ordenação de vetores* (C1), os *arquivos de texto e suas operações* (C8) e os *arquivos binários e operações* (C9), obtiveram um nível de facilidade moderado, com 56%, 51% e 41% de neutralidade. De maneira similar a *alocação dinâmica de memória*, foi também moderada, com 43% de facilidade. A média obtida para os conceitos da unidade 3 foi moderada, (3.24 ± 0.68) .

4.6.2 Habilidades

A Figura 4.18 aborda os resultados encontrados para as habilidades técnicas, *Hard Skills*, necessárias ao longo dos três problemas PBL. De modo geral, podemos inferir que os estudantes apresentaram uma percepção de aprendizagem moderada ao longo

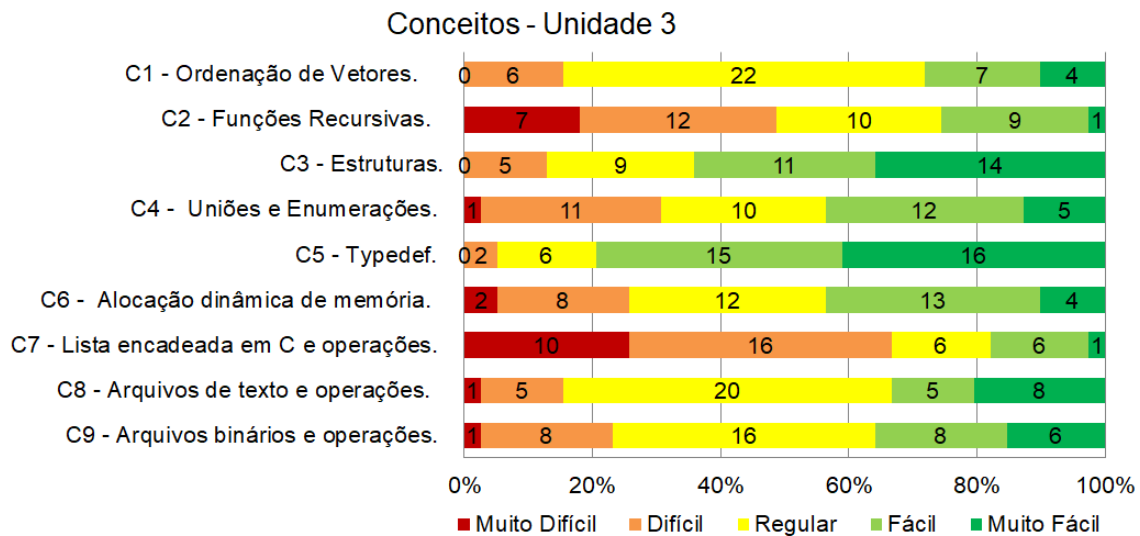


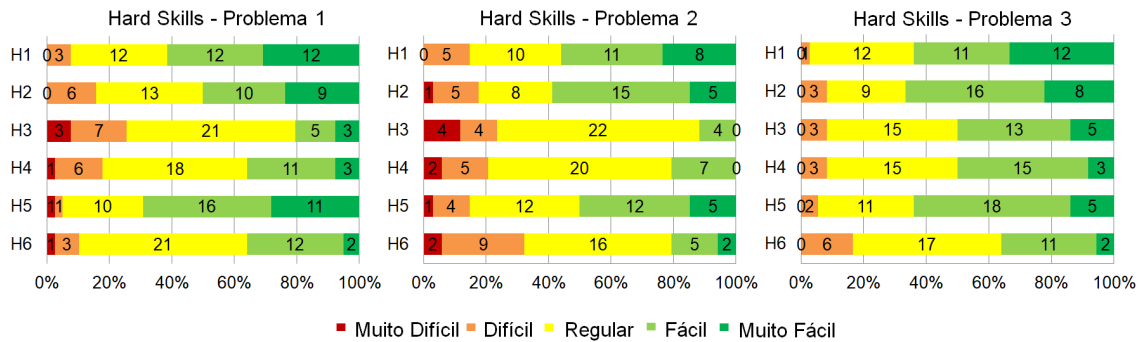
Figura 4.17: Variação da percepção de aprendizagem dos conceitos da terceira unidade do MT.

do semestre, indicando uma maior facilidade no último problema e dificuldade no segundo.

Para mais da metade da turma, escrever códigos e representar dados na linguagem C não foi difícil (H1 - facilidade de 62% em P1, 56% em P2, 64% em P3 e H2 - facilidade de 50% em P1, 58% em P2, 66% em P3). Enquanto isso, notamos que a análise e extração de especificações foram moderadas, apesar de no problema 3, cerca de metade da turma indicar facilidade (H3 - facilidade de 21% em P1, 12% em P2, 50% em P3). Quanto à testar o sistema, a maioria dos discentes pontuou esta habilidade como fácil (H5 - facilidade de 68% em P1, 50% em P2, 64% em P3). As médias das *Hard Skills* nos três problemas, foram moderadas e, respectivamente, de (3.46 ± 0.71) , (3.20 ± 0.65) e (3.62 ± 0.57) .

Os resultados encontrados para as habilidades pessoais e interpessoais, *Soft Skills*, estão representados na Figura 4.19. Analisando de modo geral, podemos perceber que a percepção de facilidade dos estudantes se manteve também moderada nestas habilidades, carregando um maior percentual de dificuldade no problema 2 e facilidade no problema 1.

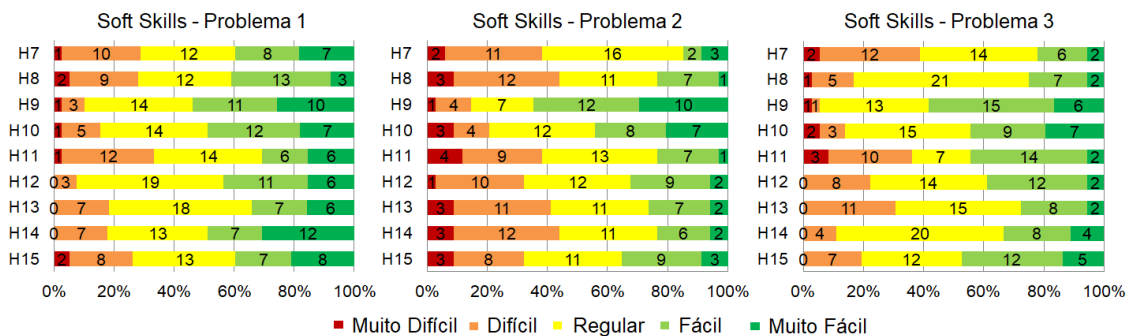
Habilidades associadas ao gerenciamento de atividades foram consideradas moderadamente fáceis, sendo mais positivas no problema 1 (H8 - facilidade de 41% em P1, 23% em P2, 25% em P3). Já a atuação em grupo não pareceu ser um problema para a maioria. Os estudantes também indicaram um nível de facilidade moderado em comunicação (H10 - facilidade de 49% em P1, 44% em P2, 44% em P3) e liderança (H11 - dificuldade de 33% em P1, 38% em P2, 36% em P3). Em relação à organização de estratégias para a resolução do problema, os estudantes indicaram maior dificuldade no problema 2 (H14 - facilidade de 49% em P1, 24% em P2, 33%



H1 - Escrever código usando os comandos da linguagem C.
H2 - Representar dados usando a linguagem C.
H3 - Analisar o problema de maneira sistemática e extrair as especificações do problema.
H4 - Implementar sistemas de computação conforme as especificações extraídas.
H5 - Testar o sistema implementado.
H6 - Depurar o sistema implementado.

Figura 4.18: Variação da percepção de facilidade das habilidades técnicas, *Hard Skills*, ao longo dos três problemas do MI.

em P3). As médias das *Soft Skills* nos três problemas, foram, respectivamente, de (3.38 ± 0.77) , (3.00 ± 0.74) e (3.23 ± 0.70) , valores também moderados.



H7 - Autogerenciar-me em minhas atividades e comportamento.
H8 - Gerenciar adequadamente o andamento do problema e as atividades em grupo.
H9 - Atuar em grupo, lidando de maneira apropriada com meus colegas.
H10 - Comunicar-me com a turma, transmitindo meu conhecimento ou dúvidas de maneira transparente aos meus colegas.
H11 - Liderar a turma transmitindo confiança, competência, respeito e motivação aos meus colegas.
H12 - Resolver problemas com espírito investigativo.
H13 - Tomar decisões de maneira segura.
H14 - Organizar estratégias e planos para resolver o problema.
H15 - Usar a criatividade para analisar e solucionar o problema.

Figura 4.19: Variação da percepção de facilidade das habilidades pessoais e interpessoais, *Soft Skills*, ao longo dos três problemas do MI.

4.7 Análise do Caso A

Os resultados parciais referentes ao Caso A permitem responder a três das questões de pesquisa definidas para este trabalho. Estas questões, por sua vez, são utilizadas para guiar as discussões desta seção.

4.7.1 Como os sentimentos de motivação, engajamento e atitudes se expressam em uma abordagem de CS1 que combina teoria e PBL?

Considerando o EI de Algoritmos I um componente curricular que combina os módulos, MT e MI, os boxplots de motivação apresentados nos mostraram que dentro desta combinação os estudantes demonstraram se manter motivados. Podemos notar que, as medianas de cada categoria de motivação em um módulo parecem ter acompanhado os níveis do outro módulo, e foram, em sua maioria, moderadas ou positivas. Isto ainda sugere uma resposta positiva na motivação dos estudantes ao vivenciarem o método PBL, o que também é percebido em outros estudos (Caceffo et al., 2018; Nuutila et al., 2005). Por outro lado, Gomes et al. (2018) encontraram médias e desvios-padrão para as categorias de motivação relativamente próximas às encontradas em nosso estudo, apesar de não ser indicado o método de ensino utilizado em sua pesquisa. Dessa forma, podemos assumir que assim como o nosso EI, outros métodos de ensino, que não envolvem PBL, podem também induzir bons níveis de motivação.

Apesar da boa associação entre os módulos, notamos algumas diferenças nos níveis de motivação no MT e no MI. Estas diferenças podem ser notadas, principalmente, a partir das quedas drásticas ou sutis nas caixas do Problema 2 do MI. Ao mesmo tempo, as categorias do MT permaneceram relativamente estáveis ao longo das unidades, o que significa que algo particular aconteceu no MI. Isto também pode ser visto pelos resultados dos testes ANOVA. Várias razões podem ter levado à esta circunstância, como por exemplo, o *design* inadequado deste problema. De acordo com Ribeiro e Bittencourt (2018), “*Um problema bem projetado pode elevar os níveis motivacionais, enquanto um problema mal planejado pode levar a resultados catastróficos*”. Por outro lado, as notas dos estudantes também diminuíram, nos dois módulos, da primeira Unidade e Problema para a segunda Unidade e Problema, respectivamente. Ainda assim, apenas no MI, notamos mudanças significativas na motivação dos estudantes. A partir desta perspectiva, e considerando que o MT e o MI utilizam diferentes métodos de ensino-aprendizagem, realizamos uma análise separada de cada módulo.

Apesar de os dois módulos terem apresentado níveis de *Atenção* relativamente similares e moderados (positivo no Problema 3), notamos que esta categoria foi mais alta no MI, exceto pelo Problema 2. Isto pode ter ocorrido pelo fato de o método PBL demandar por uma participação ativa dos estudantes nos encontros em grupo, e os manter curiosos sobre os novos problemas a serem resolvidos. Os estudantes

também são avaliados por sua participação, diferente das aulas expositivas do MT. Por outro lado, a *Relevância* foi mais elevada no MT, o que pode ter ocorrido devido a importância dos conceitos ensinados neste módulo, conceitos estes que auxiliam os estudantes a solucionar os problemas do MI. O MT oferece suporte ao MI, e isto pode atribuir uma relevância maior às aulas do MT. A *Confiança* foi também positiva no MT, mas o MI exibiu níveis moderados para esta categoria, principalmente pela queda da confiança no Problema 2. Uma possível explicação para isto é que os estudantes podem se sentir mais confortáveis com o método de ensino do MT, já que eles possuem o suporte do professor ao enfrentar dificuldades. De acordo com Lykke et al. (2014), apesar de poucos trabalhos interativos, as aulas tradicionais fornecem segurança no que diz respeito aos *insights* teóricos. O MI, por outro lado, requer que soluções sejam implementadas e entregues de forma autodirigida, e isto pode levar a insegurança em face às dificuldades. Inclusive, pela queda das notas no Problema 2, notamos que possivelmente houve um nível de dificuldade maior neste Problema.

O nível positivo e relativamente constante de *Satisfação* ao longo do MT e a moderação presente no MI (devido à queda no problema 2) sugerem que a experiência vivida revela uma sensação de realização nos estudantes. No MI, os estudantes desenvolvem e entregam soluções por conta própria aplicando os conceitos aprendidos no MT. No MT, os estudantes sanam suas dúvidas e obtêm o conhecimento de conceitos úteis. Contudo, a estabilidade encontrada nos níveis de *Satisfação* do MT e a variação do MI podem nos dizer que há uma resposta diferente no senso de realização dos estudantes para cada abordagem. O trabalho árduo que um problema pode demandar em comparação às avaliações realizadas nas aulas expositivas pode diminuir a motivação dos alunos. Outra razão pode ser o nível de decepção em relação aos resultados negativos obtidos nas soluções dos problemas, seja o não alcance de uma solução ou o desempenho ruim em seu trabalho. Por outro lado, uma nota ruim pelo seu trabalho pode ter um impacto maior na satisfação do que resultados negativos obtidos nas avaliações tradicionais por envolver o desenvolvimento autônomo de um produto.

Os boxplots também nos mostraram que os níveis de engajamento dos estudantes nos dois módulos permaneceram moderados e similares. Contudo, não houve mudanças significativas nas categorias deste sentimento ao longo das unidades e problemas. Isto pode indicar que a combinação dos módulos não apresentou uma forte influência sobre o engajamento dos estudantes. Mesmo assim, tanto o MT quanto o MI apresentaram níveis moderados a positivos de *Dedicação*. Isto pode ter acontecido pelo fato de os estudantes terem enxergado desafio e significado em seus estudos, e os tutoriais PBL, juntamente com as aulas teóricas, parecem desempenhar bem este papel. Os problemas PBL podem oferecer desafios cognitivos por não fornecerem toda a informação necessária (Allen et al., 2011).

Os níveis de *Absorção* foram moderados e tenderam a ser negativos. Concentração e imersão nos estudos não parecem ser particularmente fortes entre os estudantes nos dias atuais, e mesmo o método PBL apresentando o potencial de demandar horas

de trabalho árduo para produção de soluções, isto parece não influenciar a *Absorção* dos estudantes. Finalmente, enquanto os estudantes podem se sentir vigorosos e renovados ao iniciar um novo problema ou conteúdo, o processo de desenvolvimento, bem como as dificuldades associadas, podem também ser cansativos e isto pode explicar os níveis moderados de *Vigor*.

Os boxplots também nos mostraram que não houve grandes mudanças nas atitudes dos estudantes após passarem pelo EI. Os testes t pareado e de Wilcoxon, também revelaram a ausência de diferenças significativas entre os momentos antes e após o EI. Mesmo assim, as atitudes, as quais já eram inicialmente positivas, permaneceram positivas e ainda apresentaram melhoras após o EI, ainda que sutis e não significativas.

Os níveis da atitude *Confiança*, nos dois momentos, se mantiveram positivos, com uma discreta melhora após o EI, mesmo que, como dito acima, não significativa. Isto mostra que os estudantes se sentiram confortáveis em aprender os conteúdos, e foram capazes de solucionar os problemas do MI e obter boas notas (acima de 5.0), mesmo com uma taxa de reprovação considerável. De certa forma, isto condiz com o fato de, mesmo com notas baixas, os alunos terem pontuado os conceitos e habilidades trabalhados como majoritariamente fáceis, em suas percepções. A categoria *Interesse* também obteve níveis positivos com uma discreta melhora também após o EI. Isto indica que os estudantes mantiveram sua postura positiva em relação à solução de desafios e problemas utilizando a computação. Também sugere que os estudantes continuaram a achar a computação interessante e esperam utilizar os conceitos aprendidos futuramente. Isto reforça o papel positivo do método PBL em oferecer desafios e problemas a serem resolvidos.

Mesmo antes de iniciarem o estudo integrado, os estudantes também não apresentavam concepções negativas de *Gênero* e isto permanece após o EI. Na verdade, após o EI, notamos uma positividade quase total quanto às questões de gênero, sugerindo uma concordância, dentre outras coisas, quanto à igual capacidade, de homens e mulheres, em revolver problemas e obter destaque em disciplinas de computação. Os encontros e discussões dos grupos tutoriais do PBL demandam e estimulam a participação de todos, independente do sexo, e isto pode tornar possível aos estudantes notarem a atuação e capacidade uns dos outros. A visão de *Utilidade* e importância da computação e suas habilidades no alcance de objetivos pessoais e de um bom emprego também permaneceu otimista entre os estudantes. Isto também reforça o papel do EI no desenvolvimento de habilidades que serão úteis ao mercado e isto parece ser notado pelos estudantes. A única categoria de atitude com um leve aumento da visão negativa, embora não seja significativo, foi a *Profissional*. Uma possível justificativa para isto, pode ser o fato de que o trabalho árduo exigido para a resolução dos problemas no MI, pode ter levemente alimentado a ideia de que os estudantes de computação não são tão populares quanto os estudantes de outros cursos ou, que para obter um bom desempenho no curso, os estudantes de computação não terão uma vida fora dos computadores.

4.7.2 Como o desempenho dos estudantes se expressa em uma abordagem que combina teoria e PBL?

As notas obtidas no MT apresentaram uma diminuição constante ao longo das unidades, enquanto as notas no MI mostraram uma queda no Problema 2 mas uma leve recuperação no Problema 3. Ao mesmo tempo, as notas finais obtidas no MI foram um pouco melhores que as obtidas no MT e, como visto pelo teste *t* independente, esta diferença foi significativa. Este resultado pode ser possivelmente explicado pelo trabalho com a resolução de problemas, que tende a fortalecer o desempenho dos estudantes. Outros trabalhos também encontraram melhoras no desempenho de estudantes de CS1, algumas mais sutis e outras mais expressivas, com a adoção de métodos baseados em resolução de problemas, tais como o PBL (Problem-based learning) em (Ambrósio e Costa, 2010), PBL (Project-based learning) em (Razak, 2013) e IBL (Inquiry-based learning) em (Medley, 2007).

Considerando que as unidades e problemas concorrentes abordam o mesmo conteúdo, percebemos a existência de uma diferença nos resultados dos métodos de ensino usados em cada módulo sobre o desempenho dos estudantes. Uma possível razão podem ser as diferentes formas de avaliação abordadas pelos métodos nos dois módulos. No MT, os estudantes são avaliados por meio de um único exame por unidade. Contudo, no MI, a avaliação ocorre não apenas através da solução desenvolvida para o problema, mas também por meio de um relatório escrito e pela performance da atuação em grupo. Estas múltiplas formas de avaliação contrastam com a aplicação de uma única avaliação de tempo limitado e, portanto, podem permitir melhores resultados. De fato, observamos inclusive, uma taxa de aprovação consideravelmente maior no MI.

A forte e significativa correlação entre as notas do MT e do MI reforçam a ideia de uma boa associação dos dois módulos atuando juntos como um bloco. Além disso, as notas do MT apresentaram correlação forte e significativa com as notas obtidas no SCS1. Isto faz sentido uma vez que o MT provê os conceitos de algoritmos e programação necessários, e a avaliação SCS1 se baseia fortemente nestes conceitos. Sabendo que o MI trabalha não apenas com a aquisição de conceitos mas também com diferentes habilidades, é compreensível a ausência de correlação significativa das notas deste módulo com as notas SCS1.

Apesar de termos notado um declínio nas notas ao longo do MT e confirmado diferenças significativas entre as notas das unidades 1 e 2 e unidades 1 e 3, os estudantes não pontuaram grandes dificuldades com os conteúdos trabalhados. Mesmo assim, podemos notar também pelas percepções dos estudantes, que as dificuldades aumentaram com o passar das unidades, sendo que a primeira foi a mais fácil e a última abordou os conteúdos mais complexos. Na primeira unidade, é compreensível que conceitos que envolvam *loops* sejam complicados por seu nível maior de abstração dentre os conteúdos abordados. Dessa forma, os *loops* aninhados podem agregar uma complexidade ainda maior. Já na segunda unidade, as operações com ponteiros envolvem uma compreensão mais aprofundada acerca de recursos como a

memória, e por esta razão também é compreensível a dificuldade encontrada neste tópico. De acordo com Milne e Rowe (2002), o conceito de ponteiros é geralmente fácil de explicar, mas o que realmente promove problemas para os discentes é a sua implementação e comportamento no programa em execução. As listas encadeadas trabalhadas na terceira unidade também englobam o uso de ponteiros e isto pode ter levado à dificuldade encontrada na construção destas estruturas. As funções recursivas também demandam uma maior compreensão sobre o funcionamento do programa e da memória em tempo de execução e, portanto, isto pode ter sido também a causa de maiores dificuldades com este conteúdo, além da complexidade envolvendo sua implementação. Ainda de acordo com Milne e Rowe (2002), os conteúdos mais difíceis para os estudantes são assim classificados pela falta de compreensão acerca do que acontece na memória em tempo de execução.

Ao longo do MI, as notas diminuíram do Problema 1 para o Problema 2 e melhoraram levemente no Problema 3. De fato, foram confirmadas diferenças significativas entre notas dos problemas 1 e 2 e problemas 1 e 3. Analisando as percepções dos estudantes em relação às *Hard Skills* trabalhadas, o problema 2 pareceu ser mais difícil, enquanto o último problema foi o mais fácil. As dificuldades mais pontuadas foram quanto à análise e extração de especificações, principalmente nos problemas 1 e 2, e isto pode ter ocorrido devido à demanda por uma visão de mais alto nível do problema. Também foi notória uma maior dificuldade no Problema 2. Isto indica mais uma vez o possível nível de dificuldade maior neste problema. Por outro lado, no Problema 3, esta habilidade talvez estivesse melhor assimilada. As dificuldades nesta habilidade podem ter causado, por consequência, as dificuldades relatadas em implementar o sistema de acordo com tais especificações. Finalmente, a depuração engloba uma análise detalhada de código e, para programadores iniciantes, isto pode ser trabalhoso e até mesmo acarretar um certo grau de dificuldade. Já as *Soft Skills*, se mostraram mais fáceis no problema 1 e mais complexas no problema 2. As habilidades mais difíceis para os estudantes incluíram atividades de liderança e organização de estratégias para resolução dos problemas, assim como as atividades ligadas ao gerenciamento, tanto pessoal quanto do grupo. Isto pode ter ocorrido, dentre outras razões, pelo fato de os estudantes serem novatos e estarem lidando com diversas mudanças e dificuldades nesta fase do curso. Ao mesmo tempo, por estas dificuldades terem sido maiores no Problema 2, novamente notamos que algo específico ocorreu neste momento.

Apesar de, como dito acima, os estudantes não terem pontuado grandes dificuldades com os conceitos abordados ao longo do semestre letivo, estas percepções não estão, necessariamente, de acordo com as notas obtidas em cada unidade do MT. Na primeira unidade, a média obtida pelos discentes foi maior que o valor 5.0 e próxima de 7.0. Neste momento, não foram pontuadas grandes dificuldades, as percepções foram positivas. Contudo, na segunda e terceira unidades, a média obtida foi abaixo do valor 5.0. Mesmo sendo pontuada uma maior dificuldade com alguns poucos conceitos nestas unidades, de modo geral, também não foram indicadas grandes dificuldades. Talvez as percepções dos estudantes estivessem equivocadas e, por estarem confian-

tes, acreditaram que compreendiam os conteúdos, mas o faziam equivocadamente, ou simplesmente subestimaram os conteúdos. Contudo, ainda há a possibilidade de os conceitos pontuados com maior percepção de dificuldade terem contribuído para as notas mais baixas.

Em relação às percepções sobre as habilidades trabalhadas no MI, os discentes pontuaram um nível de dificuldade moderado. Isto, de certa forma, acompanha as notas obtidas nos problemas do MI. No primeiro problema, a média obtida foi positiva, acima de 7.0, enquanto nos outros dois problemas as médias foram acima de 5.0 e abaixo de 6.0, mas as percepções continuaram moderadas.

4.7.3 Qual a relação entre os sentimentos dos estudantes e seus resultados de aprendizagem em uma abordagem de CS1 que combina teoria e PBL?

As categorias de motivação apresentaram uma capacidade de previsão significativa sobre as notas finais dos estudantes tanto no MT quanto no MI. Isto foi evidenciado pelos modelos significativos de regressão apresentados para cada módulo. Estes modelos previram parcialmente, 45.4% e 30.7% das notas dos estudantes no MT e no MI, respectivamente. Os resultados das correlações também adicionam evidências a este fato. Tais resultados são similares aos obtidos, com instrumentos semelhantes, por Gomes et al. (2018), ainda que os métodos particulares de ensino não sejam descritos em seu trabalho.

Encontramos correlações significativas para todas as categorias de motivação com as notas finais do MI e, exceto pela *Atenção*, as categorias restantes apresentaram correlações significativas também com as notas finais do MT. De acordo com os modelos de regressão, as categorias de maior capacidade preditiva em relação às notas finais do MT e MI foram, primeiramente, a *Confiança*, e então, a *Satisfação*. Isto também é similar aos resultados de Gomes et al. (2018). De fato, estas duas categorias apresentaram contribuições fortes e foram as mais significativas nas correlações de Pearson do MT. Ao fazermos uma análise das correlações da motivação por unidade do MT, de fato, a *Confiança* e a *Satisfação* foram sempre as variáveis significativas, sendo a *Satisfação* de maior efeito. Isto provê orientação para a organização e planejamento de aulas melhores. Se os estudantes acreditam que podem aprender e alcançar bons resultados, eles obtêm um desempenho melhor, e vice-versa. O mesmo ocorre quando os estudantes recebem *feedbacks* constantes, concluem uma tarefa, são recompensados ou se sentem satisfeitos com o que aprendem.

No MI, a *Satisfação* também apresentou uma correlação forte com as notas finais dos estudantes, a mais significativa, inclusive. De fato, no PBL os estudantes entregam resultados e recebem *feedbacks* constantemente. A *Confiança* foi também significativa dentro do método PBL. Os estudantes não devem trabalhar em problemas muito difíceis de solucionar, de forma que eles não percam a motivação em prosseguir. Ao mesmo tempo, eles não devem receber problemas tão simples ou não

se sentirão desafiados. Diferente do MT, a *Atenção* foi significativa no MI. Isto pode indicar que as aulas do MT não necessariamente retém a atenção dos estudantes, mas o método PBL, em sua essência, solicita a atenção e participação dos discentes e, inclusive, estes são avaliados por esta participação. A análise das correlações por problema do MI mostrou que, com exceção do problema 2, todas as categorias apresentaram correlações significativas com as notas dos estudantes. Contudo, podemos ver que, no Problema 2 apenas a *Atenção* apresentou uma correlação significativa, o que reforça que esta categoria faz parte da essência do método PBL.

Não menos importante, as correlações com as notas finais também indicaram a *Relevância* como relacionada aos resultados nos dois módulos. Nuutila et al. (2005) também destacam a importância de os estudantes serem capazes de relacionar o problema à algo que eles conhecem, de outra forma, a motivação é prejudicada. No MT, os discentes aprendem por meio de explicações e exemplos, os conceitos de que precisam para solucionar problemas reais e bem contextualizados no MI. Além disso, o EI é completamente relacionado ao curso escolhido pelos estudantes. Isto também pode ser visto nos resultados de Bergin et al. (2005), que mostram que níveis mais elevados de valor de tarefa (crença na importância de uma tarefa) e de motivação intrínseca possuem relação com um desempenho melhor em programação.

O engajamento apresentou uma capacidade de previsão significativa sobre as notas finais do MI, com um efeito de 33.8%. De acordo com o modelo de regressão, a *Dedicação* teve a maior capacidade preditiva, enquanto o *Vigor* e a *Absorção* foram significativas. De fato, as correlações de Pearson com as notas finais do MI nos mostraram que a *Dedicação* e o *Vigor* foram significativas com um efeito médio. Isto significa que o desempenho do MI está relacionado ao significado que os discentes atribuem aos seus estudos e ao entusiasmo e desafio que enfrentam na disciplina. Ao mesmo tempo, a perseverança e resiliência podem ser necessárias, como atributos do vigor, na solução dos problemas PBL, mesmo que os estudantes não se sintam tão cheios de energia. Finalmente, a partir dos resultados, a *Absorção* apresentou correlações fracas com as notas dos estudantes. Ainda assim, mesmo que a concentração não pareça ser forte entre os discentes, eles precisam gostar de seus estudos e dos problemas recebidos e, em um determinado momento, irão precisar imergir na construção de suas soluções. Analisando o engajamento por problema do MI, notamos que este sentimento não apresentou uma correlação forte com as notas individuais em cada momento. Mesmo assim, no último problema, houve uma correlação moderada e significativa com o *Vigor* e a *Dedicação*. Isto pode significar que neste último caso, os estudantes sentiram um maior entusiasmo com o problema ou precisaram se esforçar mais, seja para obter aprovação ou pela dificuldade adequada do problema, e assim os atributos destas duas categorias apresentaram uma maior relação com as notas deste problema.

No que diz respeito às notas finais do MT, as categorias de engajamento não apresentaram uma capacidade de previsão significativa, 14.6%. Mesmo assim, o modelo de regressão apontou a *Dedicação* como significativa e de maior capacidade de previsão. De fato, de acordo com as correlações de Pearson, a *Dedicação* e o *Vigor* apresenta-

ram relações significativas com o desempenho. Isto indica que mesmo que não haja um relacionamento significativo, como no MI, as notas do MT também estão ligadas à perseverança dos estudantes e ao significado e propósito que atribuem aos seus estudos. Este resultado, de certa forma, condiz com o que é dito pela *Relevância*, na motivação. A partir destes resultados, podemos supor que o método PBL demanda mais do engajamento dos discentes do que as aulas do MT. A análise das correlações por unidade do MT, nos mostrou que a *Dedicação* foi significativa nas unidade 2 e 3. As notas mais baixas nestas unidades podem indicar um nível maior de desafio, mas também estar associadas à um maior significado e propósito no que é estudado. Além disso, na última unidade a *Absorção* foi significativa, indicando uma possível maior relação da necessidade dos estudantes em se concentrar em seus estudos e a obtenção de boas notas.

As categorias de motivação do MT apresentaram uma capacidade de previsão significativa sobre as notas SCS1, 31.4%. O modelo de regressão apontou a *Satisfação* como significativa e a *Confiança* como a variável com maior capacidade preditiva. De fato, as correlações apontaram estas categorias como as únicas significativas e de efeito médio. Estas foram as mesmas variáveis de maior capacidade preditiva sobre as notas finais no MT, e somado a isto, tivemos correlações fortes entre as notas finais do MT e as notas SCS1. Portanto, os níveis de *Confiança* e *Satisfação* dos estudantes em seus estudos pode influenciar seu desempenho em uma avaliação independente de linguagem em razão de seu contato prévio, no MT, com os conceitos necessários.

Ainda, apesar de não significativa, de acordo com a análise de regressão, as categorias de motivação do MI puderam explicar parcialmente as notas SCS1, 24.4%, e a *Confiança* apresentou o maior efeito preditivo. A partir das correlações de Pearson, a *Confiança*, a *Satisfação* e a *Relevância* foram significativas. Da mesma forma que os estudantes precisam se sentir confiantes e realizados para obtenção de bons resultados, tanto no MT quanto no MI, a relevância atribuída, por influenciar no significado de seus estudos, pode influenciar também seu aprendizado. Em relação as categorias de engajamento do MI, também não encontramos um modelo preditivo significativo, 15.1%, e isto condiz com os resultados das correlações, com todas as categorias de engajamento do MI relacionadas fracamente com as notas SCS1. Apesar de não ter apresentado um modelo de regressão, as correlações de Pearson também apontaram relações fracas entre as categorias de engajamento do MT e as notas SCS1. Isto pode nos dizer que o engajamento não apresenta uma relação considerável com as notas SCS1.

As atitudes dos estudantes apresentaram um modelo de regressão significativo, com 43.6% de capacidade de previsão sobre as notas finais do MT. De acordo com este modelo, a *Confiança* foi a única categoria significativa e apresentou a maior capacidade preditiva. Isto condiz com os resultados de motivação que apontaram a *Confiança* também com maior capacidade de previsão. De fato, estas categorias são harmônicas em seus construtos, e assim os resultados indicam, de modo geral, a necessidade de o estudante se sentir confortável e acreditar que pode aprender os

conceitos e alcançar boas notas. O resultado das correlações com as notas finais do MT também apontaram a *Confiança* como a categoria mais significativa e de efeito forte. Apesar de no modelo de regressão o *Interesse* não ter sido significativo, ele apresentou uma correlação significativa e moderada com as notas finais do MT. Esta categoria agrega construtos da motivação também, tanto da *Relevância* quanto da *Satisfação*. Dessa maneira, o resultado das correlações indicam a importância de o estudante associar os conceitos que está aprendendo com suas expectativas e objetivos, no caso, relacionados à carreira futura. Além disso, é importante que o estudante goste de estudar e utilizar os conceitos aprendidos na solução dos problemas. Tanto o modelo de regressão, quanto as correlações, indicaram que as questões de *Gênero* e as percepções de *Utilidade* e *Profissional* não possuem efeito significativo sobre as notas dos estudantes. Isto sugere que a associação das habilidades trabalhadas com a garantia de um bom emprego e ideias relacionadas ao estilo de vida e popularidade de estudantes de computação não afetam suas notas finais. Da mesma forma as questões ligadas à capacidade de um bom desempenho e destaque de homens e mulheres não parece afetar estas notas.

Apesar de não ter sido possível construir um modelo de regressão das atitudes com as notas finais do MI, as correlações de Pearson indicaram também uma relação significativa e moderada da *Confiança* com estas notas. Isto retoma o resultado para a categoria *Confiança* da motivação, uma vez que esta categoria também apresenta construtos semelhantes, indicando mais uma vez a importância de o estudante acreditar que pode aprender os conteúdos e obter bons resultados. O restante das categorias não parece ter apresentado interferência sobre as notas finais dos estudantes no MI.

Em relação às notas SCS1, as atitudes não apresentaram um modelo de regressão significativo, mesmo assim o modelo apresentou 21.9% de capacidade preditiva, proveniente em maior parte, da variável significativa *Confiança*. De fato, o resultado das correlações também apontaram esta categoria como significativa e de efeito médio. Isto, mais uma vez, condiz com os resultados de correlação obtidos para a motivação, ressaltando esta categoria como significativa. O restante das categorias não apresentaram relações significativas com as notas do SCS1. Mesmo apesar de o *Interesse* conter construtos ligados à *Satisfação*, ele não apresentou relações significativas. Possivelmente pelo fato de ser algo mais voltado à computação como área e, não necessariamente, aos conceitos de uma disciplina, e por não ser totalmente ligado aos construtos da *Satisfação*.

Capítulo 5

Caso B

Neste capítulo, apresentamos os resultados do Caso B, abordando os sentimentos e desempenho dos estudantes ao longo do EI de Algoritmos, no semestre de 2019.2. Assim como os resultados do Caso A, apresentados anteriormente, no Caso B, os resultados de motivação foram agrupados de acordo com as categorias do modelo ARCS tanto no MT quanto no MI. Os resultados de engajamento foram agrupados de acordo com as categorias do modelo de Schaufeli e Bakker (2003). Já os resultados de atitudes foram agrupados segundo as categorias estabelecidas por Hoegh e Moskal (2009). Além destes, também exibimos as percepções de aprendizagem dos conceitos abordados no módulo teórico e habilidades trabalhadas no módulo integrador.

Os testes estatísticos apresentados nesta seção levaram em consideração, pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, que todos os dados aqui apresentados e analisados apresentaram uma distribuição normal ($p\text{-valor} > 0.05$), com exceção das categorias de atitudes *Confiança*, *Gênero* e *Utilidade*, ($p\text{-valor} < 0.05$).

Medimos os coeficientes alfa de Cronbach para verificar a confiabilidade dos questionários aplicados neste estudo. Os resultados detectaram valores majoritariamente moderados (entre 0.60 e 0.75) e altos (acima de 0.75) para os coeficientes alfa de Cronbach em todas as categorias de motivação e engajamento ao longo das unidades do MT e problemas do MI, exceto pela categoria *Confiança* de motivação na Unidade 2 do MT, com valor de coeficiente de confiabilidade baixo (entre 0.30 e 0.60). Para os questionários de atitudes, apesar de encontrarmos, no questionário aplicado antes do EI, um valor de coeficiente de confiabilidade alto para a categoria *Confiança* e moderado para as categorias *Interesse* e *Profissional*, as categorias *Gênero* e *Utilidade* apresentaram valores de coeficiente muito baixo (menor que 0.30) e baixo (entre 0.30 e 0.60), respectivamente. Em relação ao questionário de atitudes aplicado após o EI, encontramos valores de confiabilidade moderados e majoritariamente altos para todas as categorias, exceto pela categoria *Gênero* com um valor baixo.

Ao longo deste capítulo, apresentamos os sentimentos e as notas dos estudantes por meio de dados descritivos e gráficos boxplots que exibem o comportamento destas

variáveis ao longo das unidades. Em seguida, analisamos as relações entre estas variáveis utilizando as correlações (de Pearson ou Spearman) e o teste de Regressão múltipla.

5.1 Motivação

A motivação dos estudantes ao longo de todo o semestre letivo está descrita segundo as quatro categorias do modelo ARCS. Exibimos os resultados individuais de cada categoria a seguir.

5.1.1 Atenção

Ao longo do MT, a categoria *Atenção* obteve uma média de 3.09 ± 0.57 . A primeira unidade apresentou uma média de 2.97 ± 0.63 , a segunda, 3.14 ± 0.67 e a terceira 3.18 ± 0.70 . Considerando o uso de uma escala de Likert com valores entre 1 e 5, podemos dizer que, de modo geral, os estudantes apresentaram um nível moderado de *Atenção* neste módulo.

Enquanto isso, no MI, esta categoria obteve uma média de 3.53 ± 0.58 . O primeiro problema apresentou uma média de 3.61 ± 0.63 , o segundo, 3.48 ± 0.77 e o terceiro 3.62 ± 0.65 . Podemos dizer que os estudantes obtiveram uma média de *Atenção* positiva neste módulo.

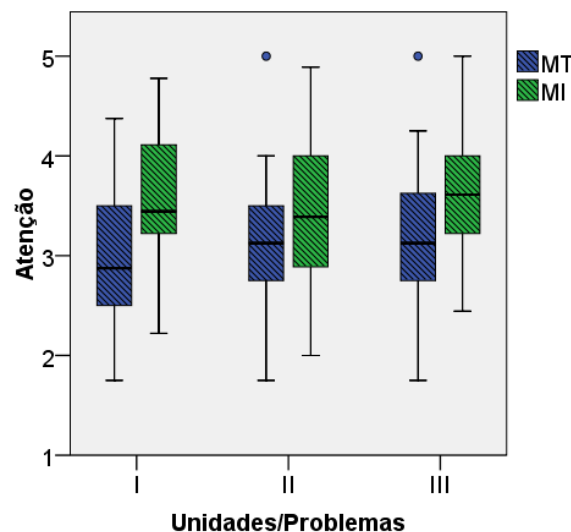


Figura 5.1: Boxplots para a categoria *Atenção* ao longo das três unidades do MT e problemas do MI.

Analisando o gráfico em boxplots da Figura 5.1, podemos notar que, de fato, as distribuições revelaram níveis moderados de *Atenção* no MT e positivos no MI. Em ambos os módulos, as dispersões foram similares ao longo das unidades/problemas.

No MT, as caixas interquartílicas e as medianas apresentaram valores moderados e que melhoraram suavemente com o passar das unidades. Já no MI, observamos uma leve queda da mediana e da caixa interquartílica no problema 2 e recuperação no problema 3. Contudo, observamos que existiu uma moderação com tendência à positividade nos problemas 1 e 3, sendo que suas caixas se concentraram em valores mais positivos e suas medianas foram mais elevadas, sendo positiva no problema 3.

O teste de análise de variância ANOVA de medidas repetidas mostrou que não houve diferença significativa na *Atenção* dos discentes ao longo dos problemas do MI $F(2, 32) = 0.219$, ($p\text{-valor} = 0.805$) e unidades do MT $F(2, 40) = 1.926$, ($p\text{-valor} = 0.159$).

5.1.2 Relevância

A *Relevância* obteve médias positivas em ambos os módulos. No MT a média foi de 4.01 ± 0.53 e no MI, 3.69 ± 0.55 . A primeira unidade do MT apresentou uma média de 4.02 ± 0.65 , a segunda unidade, 4.07 ± 0.46 , e a terceira 3.95 ± 0.43 . No MI, o primeiro problema obteve uma média de 3.67 ± 0.62 , o segundo, 3.73 ± 0.67 e o terceiro, 3.75 ± 0.74 .

De acordo com os boxplots da *Relevância* apresentados na Figura 5.2, ambos os módulos apresentaram distribuições positivas. Além disso, notamos que houve um maior nível de relevância no MT comparado ao MI. Em relação ao MT, as medianas e posições das caixas interquartílicas nos mostraram que a segunda unidade apresentou o melhor resultado enquanto a terceira unidade apresentou o menor nível de relevância. No MI, as medianas e posições das caixas revelam um aumento sutil da relevância ao longo dos problemas.

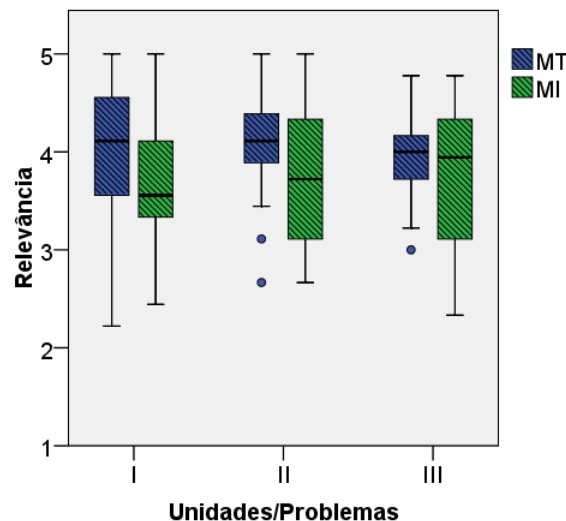


Figura 5.2: Boxplots para a categoria *Relevância* ao longo das três unidades do MT e problemas do MI.

De acordo com o teste ANOVA de medidas repetidas, não houve diferença significativa na *Relevância* dos estudantes ao longo dos problemas do MI $F(2, 30) = 1.636$, ($p\text{-valor} = 0.212$) e unidades do MT $F(1.450, 26.105) = 1.914$, ($p\text{-valor} = 0.175$).

5.1.3 Confiança

Para a categoria *Confiança*, o MT apresentou uma média positiva, 3.79 ± 0.44 . Na primeira unidade a média foi de 3.86 ± 0.53 , na segunda, 3.73 ± 0.46 e na terceira, 3.72 ± 0.66 . Já o MI, obteve um média moderada, 3.37 ± 0.68 . O primeiro problema obteve uma média de 3.50 ± 0.79 , o segundo problema, 3.20 ± 0.83 e o terceiro, 3.62 ± 0.91 .

A Figura 5.3 mostra que todas as unidades do MT apresentaram medianas e caixas interquartílicas concentradas em valores positivos. Ainda assim, notamos uma leve diminuição da confiança na segunda unidade, apesar de ainda positiva. Em relação ao MI, também notamos uma diminuição da confiança no segundo problema, contudo, esta diminuição foi mais notória. Enquanto as caixas e medianas do problema 2 apresentaram maior moderação, os problemas 1 e 3 apresentaram uma concentração de dados majoritariamente positiva.

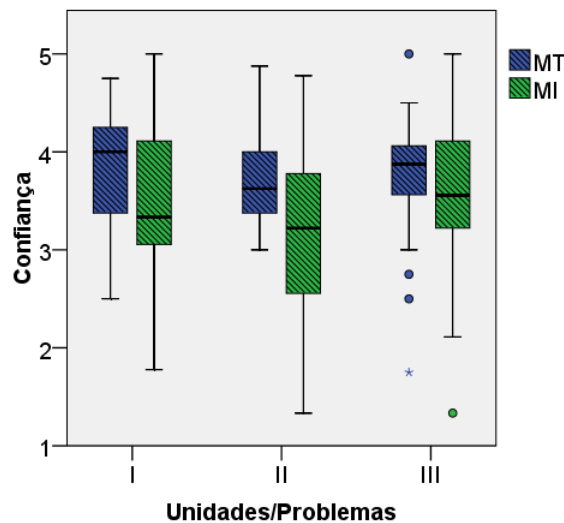


Figura 5.3: Boxplots para a categoria *Confiança* ao longo das três unidades do MT e problemas do MI.

O teste ANOVA de medidas repetidas não apontou diferenças significativas na *Confiança* ao longo dos problemas do MI $F(2, 36) = 3.193$, ($p\text{-valor} = 0.053$) e unidades do MT $F(2, 40) = 0.638$, ($p\text{-valor} = 0.534$).

5.1.4 Satisfação

As médias desta categoria no MT foram moderadas, 3.48 ± 0.55 . A primeira unidade obteve uma média de 3.57 ± 0.62 , a segunda unidade, 3.48 ± 0.55 e a terceira,

3.41 ± 0.67 . Enquanto isso, o MI apresentou uma média positiva, 3.52 ± 0.80 . O primeiro problema apresentou uma média de 3.80 ± 0.86 , o segundo problema, 3.29 ± 1.03 e o terceiro, 3.49 ± 0.96 .

Os boxplots na Figura 5.4 mostram que, apesar da maior dispersão no MI, este obteve melhores resultados comparado ao MT. Os intervalos interquartílicos do MT concentraram valores moderados com uma tendência à positividade. Contudo, com o passar das unidades, ainda que suavemente, as caixas concentraram mais valores moderados que positivos, o que mostra que a satisfação diminuiu levemente da primeira unidade para a terceira. No MI, observamos que o problema 1 apresentou resultados positivos, porém, houve um aumento da dispersão e queda da caixa interquartílica e da mediana no problema 2, concentrando mais valores moderados. Mesmo assim, notamos uma boa recuperação no problema 3, apesar ainda da moderação.

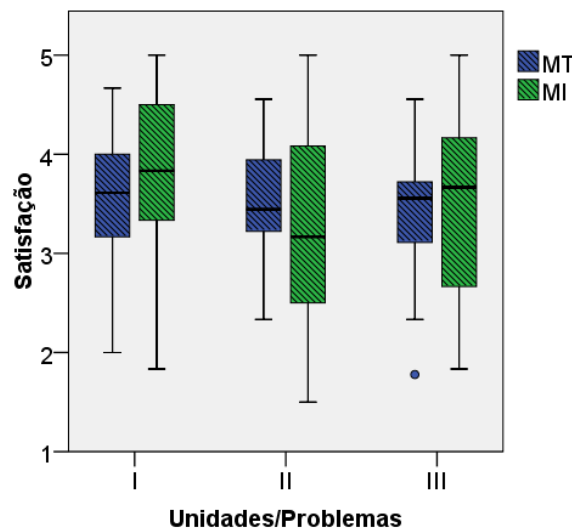


Figura 5.4: Boxplots para a categoria *Satisfação* ao longo das três unidades do MT e problemas do MI.

O teste ANOVA de medidas repetidas não apontou diferenças significativas na *Satisfação* ao longo dos problemas do MI $F(2, 32) = 1.617$, ($p\text{-valor} = 0.214$) e unidades do MT $F(2, 36) = 0.143$, ($p\text{-valor} = 0.867$).

5.2 Engajamento

A seguir são apresentados os resultados do engajamento dos estudantes ao longo do semestre segundo as três categorias do modelo de engajamento de Schaufeli e Bakker (2003).

5.2.1 Vigor

A categoria *Vigor* obteve médias moderadas tanto no MT quanto no MI, as médias foram respectivamente de, 2.89 ± 0.77 e 2.92 ± 0.80 . A primeira unidade do MT apresentou uma média de 2.89 ± 0.86 , a segunda unidade, 2.98 ± 0.83 e a terceira, 3.13 ± 0.90 . Já no MI, o primeiro problema apresentou uma média de 3.02 ± 0.89 , o segundo problema, 2.86 ± 0.83 e o terceiro, 2.97 ± 0.71 .

Na Figura 5.5 notamos que ambos os módulos concentraram suas medianas e intervalos interquartílicos em valores moderados com uma leve tendência à negatividade. Ainda assim, notamos que no MT, o leve aumento da mediana e da caixa interquartílica na segunda e terceira unidades, sugere um aumento do vigor ao longo do semestre, apesar de ter permanecido moderado. No MI, notamos que as medianas foram similares e moderadas ao longo dos problemas. Os intervalos interquartílicos também se concentraram em valores moderados, porém o problema 1 abrangeu valores mais positivos. Enquanto isso, pela menor dispersão, o problema 3 apresentou um leve aumento do vigor em relação ao problema 2.

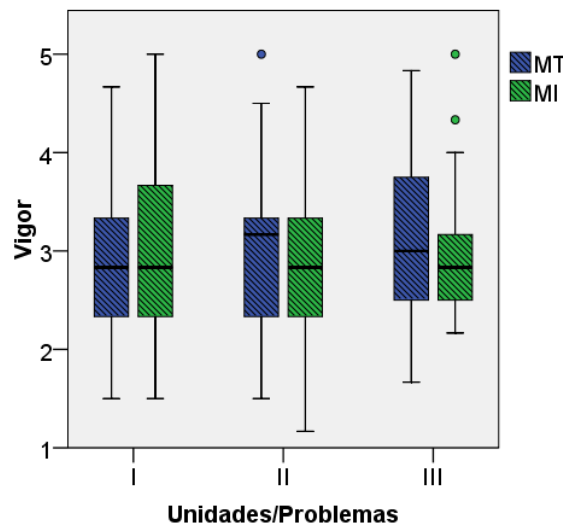


Figura 5.5: Boxplots para a categoria *Vigor* ao longo das três unidades do MT e problemas do MI.

O teste ANOVA de medidas repetidas não apontou diferenças significativas para o *Vigor* ao longo dos problemas do MI $F(1.503, 27.062) = 0.485$, ($p\text{-valor} = 0.568$) e unidades do MT $F(2, 42) = 1.298$, ($p\text{-valor} = 0.284$).

5.2.2 Dedicção

Esta categoria apresentou médias moderadas em ambos os módulos, MT e MI, com médias respectivamente de, 3.23 ± 0.79 e 3.30 ± 0.78 . A primeira unidade do MT apresentou uma média de 3.23 ± 0.90 , já a segunda unidade obteve 3.27 ± 0.97 e a

terceira, 3.40 ± 0.87 . No MI, o primeiro problema obteve uma média de 3.45 ± 0.93 , o segundo problema, 3.24 ± 0.87 e o terceiro, 3.34 ± 0.80 .

Os boxplots da Figura 5.6 revelam que, de fato, ambos os módulos apresentaram níveis moderados de *Dedicação*. As medianas e extensões dos intervalos interquartílicos concentraram valores moderados. No MT, as dispersões diminuíram ao longo das unidades e a terceira unidade apresentou a maior mediana. Isto sugere um melhor resultado na última unidade. Enquanto isso, no MI, o primeiro problema apresentou a maior dispersão e notamos pelas posições e extensões das caixas que este problema apresentou melhores resultados, seguido de uma queda na dedicação no segundo problema e leve recuperação no terceiro.

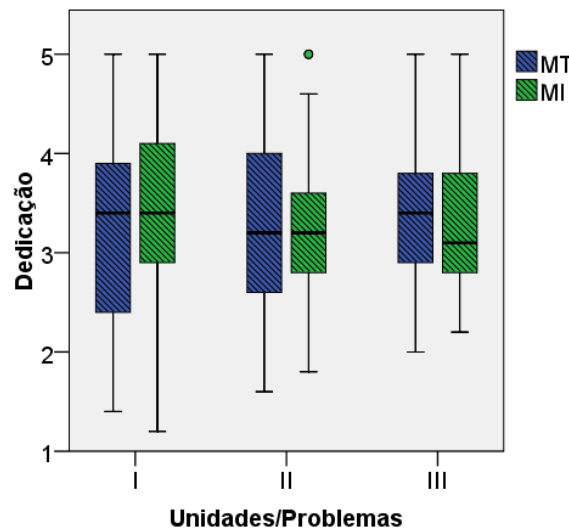


Figura 5.6: Boxplots para a categoria *Dedicação* ao longo das três unidades do MT e problemas do MI.

O teste ANOVA de medidas repetidas não apontou diferenças significativas para a *Dedicação* ao longo dos problemas do MI $F(1.335, 22.695) = 0.198$, ($p\text{-valor} = 0.731$) e unidades do MT $F(1.455, 30.546) = 0.795$, ($p\text{-valor} = 0.424$).

5.2.3 Absorção

Esta categoria obteve médias moderadas para ambos os módulos, MT e MI, obtendo respectivamente, 2.85 ± 0.88 e 2.96 ± 1.03 . Na primeira unidade do MT, a média de *Absorção* foi de 2.83 ± 0.98 , na segunda unidade 2.98 ± 0.95 e na terceira, 3.13 ± 0.93 . No MI, a média no primeiro problema foi de 3.03 ± 1.11 , no segundo problema, 3.00 ± 1.11 e no terceiro, 2.96 ± 0.97 .

Os boxplots da Figura 5.7 mostram que, de fato, as medianas e caixas interquartílicas de ambos os módulos se concentraram em valores moderados, com uma leve tendência à valores negativos, principalmente no MT. As dispersões nos dois módulos foram elevadas, com exceção do problema 3 do MI, com a menor dispersão.

No MT, as caixas revelaram um leve aumento dos níveis de absorção ao longo das unidades. Enquanto isso, no MI, notamos uma diminuição dos níveis ao longo dos problemas. Apesar das grandes dispersões, os problemas 1 e 2 abrangeram mais valores positivos.

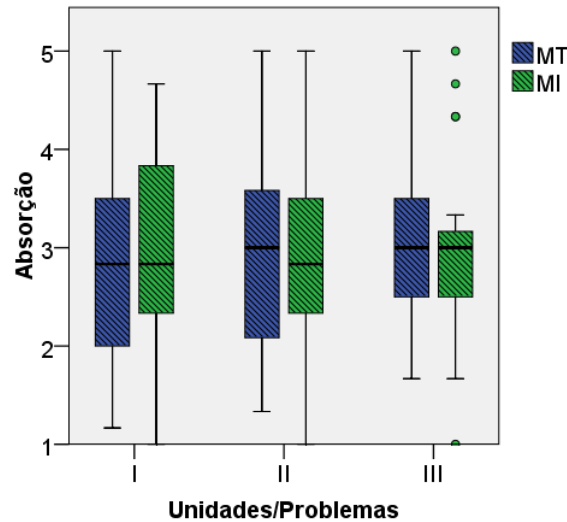


Figura 5.7: Boxplots para a categoria *Absorção* ao longo das três unidades do MT e problemas do MI.

Segundo o teste ANOVA de medidas repetidas, não houve diferença significativa para a *Absorção* ao longo dos problemas do MI $F(2, 34) = 1.123$, ($p\text{-valor} = 0.337$) e unidades do MT $F(2, 38) = 2.290$, ($p\text{-valor} = 0.115$).

5.3 Atitudes

Esta seção apresenta os resultados das atitudes dos estudantes de acordo com as cinco categorias exibidas a seguir.

5.3.1 Confiança

Antes de iniciar o EI, a *Confiança* dos estudantes era em média 3.62 ± 0.37 . Lembrando que para as categorias de atitudes adotamos uma escala de Likert com valores entre 1 e 4. Isto significa dizer que antes de iniciar o EI, os estudantes apresentavam um nível positivo de *Confiança*. Após o EI, os discentes apresentaram uma média de *Confiança* também positiva, 3.50 ± 0.44 .

Na Figura 5.8, os boxplots exibem em mais detalhes a positividade na confiança dos estudantes em ambos os momentos, antes e após o EI. As medianas foram positivas e similares tanto antes como após o EI e os intervalos interquartílicos também concentraram valores positivos, embora a dispersão tenha sido maior após o EI.

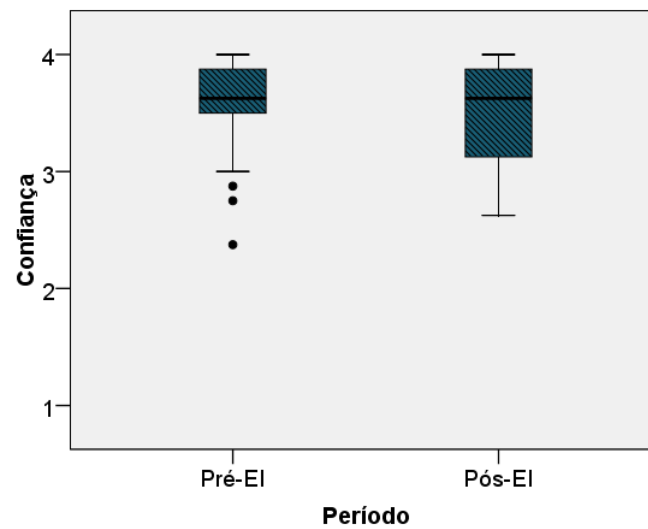


Figura 5.8: Boxplots para a categoria de atitudes, *Confiança*, antes e após os estudantes passarem pelo EI.

Pelo teste de Wilcoxon, notamos diferenças estatisticamente significativas entre a confiança antes e após o EI $Z = -2.233$, ($p\text{-valor} = 0.026$).

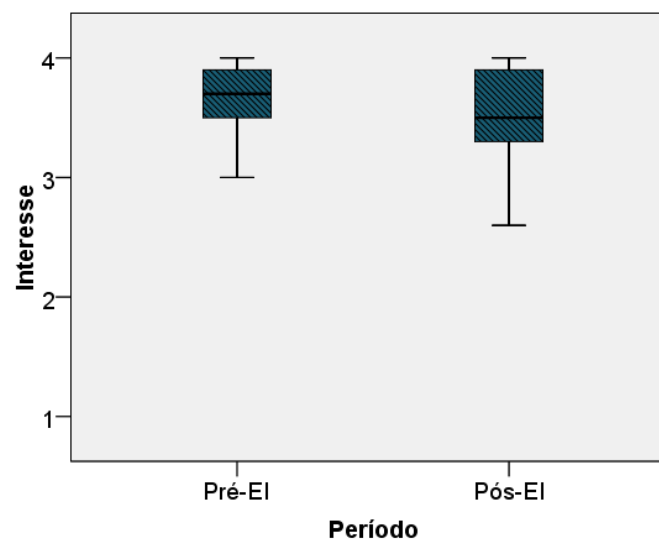


Figura 5.9: Boxplots para a categoria de atitudes, *Interesse*, antes e após os estudantes passarem pelo EI.

5.3.2 Interesse

O *Interesse* apresentou médias positivas antes e após o EI, sendo respectivamente, 3.66 ± 0.29 e 3.51 ± 0.41 . A Figura 5.9 mostra mais detalhadamente que as medianas

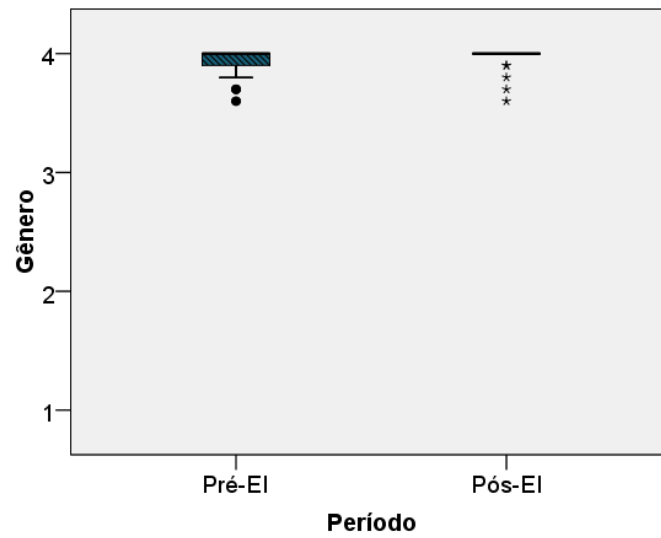


Figura 5.10: Boxplots para a categoria de atitudes, *Gênero*, antes e após os estudantes passarem pelo EI.

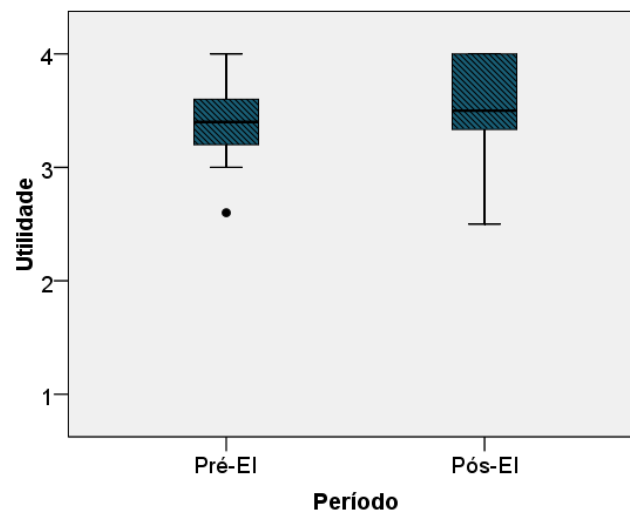


Figura 5.11: Boxplots para a categoria de atitudes, *Utilidade*, antes e após os estudantes passarem pelo EI.

apresentaram valores positivos, apesar de no momento após o EI ter sido levemente menor. A dispersão também foi mais elevada após o EI.

Pelo teste t pareado, encontramos diferenças estatisticamente significativas entre o *Interesse* antes e após o EI $t(19) = 2.346$, ($p\text{-valor} = 0.030$).

5.3.3 Gênero

Esta categoria obteve médias positivas nos dois momentos, antes e após o EI, respectivamente 3.93 ± 0.12 e 3.95 ± 0.11 . A Figura 5.10 mostra medianas similares e concentradas no máximo valor positivo da escala revelando níveis positivos desta categoria nos dois momentos antes e após o EI. Apesar das dispersões pequenas, o momento antes do EI apresentou uma maior dispersão.

Pelo teste de Wilcoxon, notamos diferenças estatisticamente significativas na categoria *Gênero* entre os momentos antes e após o EI $Z = -2.136$, ($p\text{-valor} = 0.033$).

5.3.4 Utilidade

A categoria *Utilidade* apresentou médias positivas em ambos os momentos, antes e após o EI, respectivamente 3.45 ± 0.29 e 3.49 ± 0.49 . A Figura 5.11 mostra medianas positivas e próximas nos dois momentos analisados. As caixas interquartílicas também se concentraram em valores positivos. Apesar da maior dispersão após o EI, neste momento notamos que a caixa interquartílica concentrou valores mais elevados.

Pelo teste de Wilcoxon, a categoria *Utilidade* não apresentou diferenças estatisticamente significativas entre os momentos antes e após o EI $Z = -0.411$, ($p\text{-valor} = 0.681$).

5.3.5 Profissional

A categoria *Profissional* obteve uma média positiva antes do EI, 3.00 ± 0.58 e moderada após o EI, 2.95 ± 0.63 . Os Boxplots da Figura 5.12 mostram medianas positivas e similares nos dois momentos analisados. As caixas interquartílicas também concentraram valores moderados e positivos, apesar de a dispersão ter sido maior no momento após o EI, abrangendo mais valores moderados.

Pelo teste t pareado, a categoria *Profissional* não apresentou diferenças estatisticamente significativas entre os momentos antes e após o EI $t(18) = 0.486$, ($p\text{-valor} = 0.632$).

5.4 Desempenho

A média final de desempenho dos estudantes ao longo das unidades do MT foi de 4.64 ± 2.72 . Na unidade 1 os discentes obtiveram uma média de 5.21 ± 2.60 , na unidade 2, 3.69 ± 2.74 e na unidade 3, 4.91 ± 3.70 . Ao final do MT, 30 estudantes obtiveram aprovação (54.54%), 19 após realização de prova final (34.54%). Dos 25 estudantes reprovados (45.45%), 5 obtiveram reprovação após realizar a prova final (9.09%), outros 5 foram reprovados direto sem direito à realização desta avaliação. Os 15 restantes, foram reprovados por exceder o limite de faltas (27.27%).

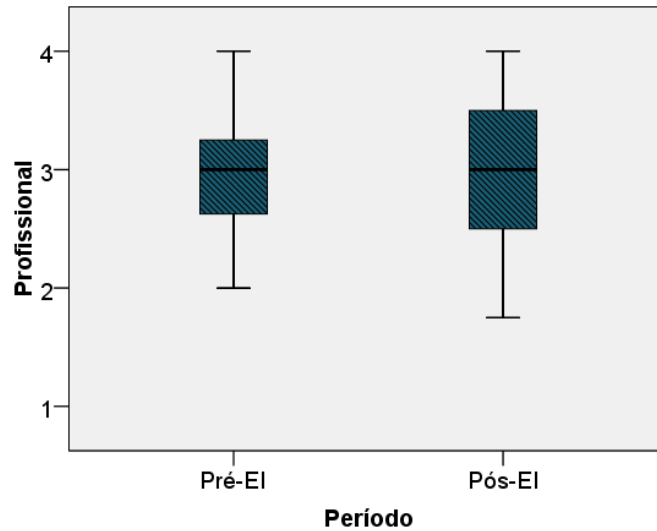


Figura 5.12: Boxplots para a categoria de atitudes, *Profissional*, antes e após os estudantes passarem pelo EI.

No MI, a média final de desempenho dos discentes nos três problemas foi de 5.88 ± 3.15 . O problema 1 obteve uma média de 6.83 ± 2.99 , o problema 2, 5.56 ± 3.33 e o problema 3, 5.72 ± 3.50 . Dos 32 estudantes aprovados (62.74%), 8 receberam aprovação após realizar prova final (15.68%). Enquanto isso, um total de 19 estudantes foram reprovados (37.25%), 4 após realizar a prova final (7.84%), 3 reprovados direto, sem direito à realização de avaliação final (5.88%) e 12 reprovados por exceder o limite de faltas (23.52%).

A Figura 5.13 exhibe a distribuição das notas dos estudantes ao longo das unidades do MT e problemas do MI. Os boxplots nos permitem observar que ao longo do semestre, em ambos os módulos, as dispersões foram altas e assim, as notas variaram de muito baixas à muito elevadas. Também pudemos notar resultados melhores no MI, uma vez que as medianas e as caixas interquartílicas foram mais elevadas no MI em relação ao MT. Observamos que em ambos os módulos, existiu um comportamento similar de queda das notas na unidade/problema 2 e sutil melhora na unidade/problema 3 e isto foi mais visível no MT. As medianas e caixas interquartílicas também mostraram que os resultados foram melhores na primeira unidade e problema dos módulos.

O teste ANOVA de medidas repetidas apontou diferenças estatisticamente significativas entre as notas das unidades do MT, $F(1.593, 78.059) = 9.780$, ($p\text{-valor} < 0.001$). O pós-teste de Sidak apontou diferenças entre as unidades 1 e 2 ($p\text{-valor} = 0.000$) e entre as unidades 2 e 3 ($p\text{-valor} = 0.001$). O teste ANOVA também apontou diferenças entre os problemas do MI, $F(2, 90) = 11.911$, ($p\text{-valor} < 0.001$). Pelo pós-teste de Sidak, as diferenças ocorreram, especificamente, entre os problemas 1 e 2 ($p\text{-valor} = 0.000$) e os problemas 1 e 3 ($p\text{-valor} = 0.001$).

Utilizamos também o teste t de amostras independentes para verificar a existência

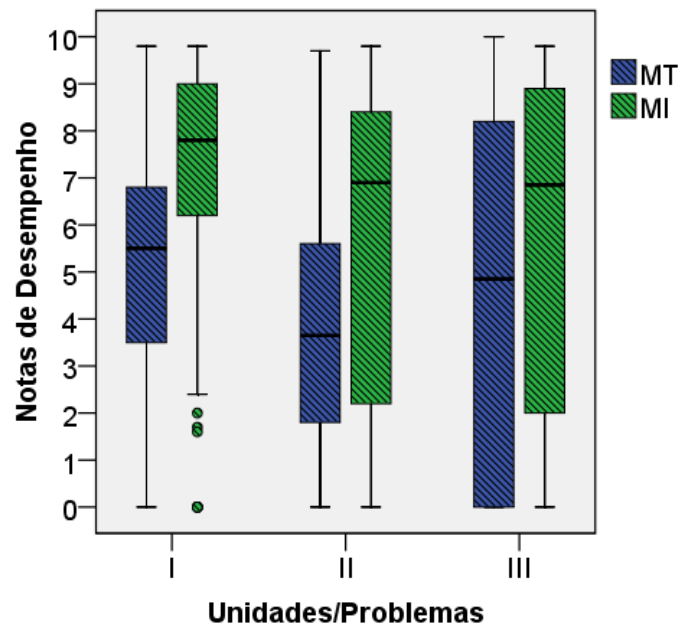


Figura 5.13: Desempenho dos estudantes ao longo das unidades do MT e problemas do MI.

de diferenças entre as notas finais do MT e do MI. O resultado do teste confirmou a existência de diferenças estatisticamente significativas entre as notas obtidas nos módulos MT e MI ($t = -2.054$, $p\text{-value} = 0.043$).

Na Figura 5.14 exibimos os boxplots das notas finais dos estudantes em cada módulo do EI. Tal como observado anteriormente ao longo das unidades e problemas, notamos a partir das distribuições das notas finais de cada módulo, que de fato, o MI obteve melhores resultados em relação ao MT. Notamos também a elevada dispersão das notas nos dois módulos, as quais variaram de muito baixas à muito elevadas.

5.5 Relação Entre as Variáveis

Nesta seção apresentamos as correlações entre as variáveis de nosso estudo. As variáveis independentes constam dos sentimentos de motivação, engajamento e as atitudes dos discentes. Estes sentimentos, por sua vez, são analisados por meio de suas categorias. Enquanto isso, as variáveis dependentes são as notas dos estudantes em ambos os módulos, MT e MI.

5.5.1 Sentimentos e Desempenho ao Longo das Unidades/Problemas

Nesta subseção, apresentamos as correlações de Pearson entre as categorias de motivação e engajamento com as notas de desempenho dos estudantes em cada unidade

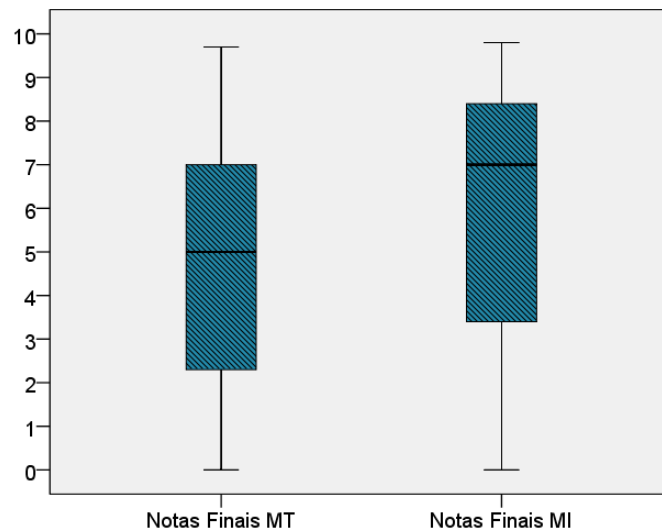


Figura 5.14: Comparação entre as notas finais dos estudantes nos dois módulos do EI.

do MT e problema do MI.

A Tabela 5.1 revela que no MT não houve muitas correlações significativas para as categorias de motivação. Na unidade 1, notamos um efeito médio e significativo para a *Confiança* e na unidade 2 para a *Satisfação*. Apesar de não significativo, notamos também efeitos médios para as categorias *Confiança* e *Satisfação* na unidade 3. No MI, observamos no problema 1 apenas uma relação significativa e esta ocorreu para a *Satisfação*, com efeito médio. Por outro lado, todas as categorias do modelo de motivação apresentaram relações significativas com as notas do problema 2, com efeito médio/forte. No problema 3, com exceção da *Relevância*, mais uma vez, todas as categorias de motivação apresentaram correlações significativas e de efeito médio com as notas dos discentes.

Em relação ao engajamento, notamos que apenas na unidade 1 do MT houve correlações significativas com as notas dos estudantes, estas ocorreram para as categorias *Vigor* e *Dedicação*, com efeito médio. Apesar de não significativo, a *Dedicação* apresentou um efeito médio também na unidade 3. No MI não encontramos relações significativas, apesar de a *Dedicação* e a *Absorção* terem apresentado efeitos médios no problema 2.

5.5.2 Sentimentos e Notas Finais de Desempenho

Nesta subseção exibimos as correlações entre as médias gerais de cada categoria de motivação e engajamento, por módulo, e as médias de desempenho finais dos estudantes em cada um destes módulos. Em seguida exibimos as correlações entre as categorias de atitudes medidas após o EI e as médias finais de desempenho dos estudantes nos dois módulos. Para as categorias de atitudes que não apresentaram

Tabela 5.1: Correlações entre as categorias de motivação e engajamento com as notas dos estudantes ao longo do MT e MI

	MT			MI		
	Unidade 1	Unidade 2	Unidade 3	Problema 1	Problema 2	Problema 3
Atenção	0.255 (0.122)	0.079 (0.643)	0.133 (0.507)	0.330 (0.061)	0.485 (0.005)**	0.430 (0.046)*
Relevância	0.015 (0.927)	0.101 (0.559)	0.259 (0.193)	0.076 (0.660)	0.622 (0.000)**	0.245 (0.272)
Confiança	0.336 (0.042)*	0.208 (0.210)	0.328 (0.094)	0.332 (0.052)	0.571 (0.001)**	0.476 (0.025)*
Satisfação	0.238 (0.162)	0.389 (0.021)*	0.312 (0.113)	0.396 (0.020)*	0.538 (0.002)**	0.470 (0.027)*
Vigor	0.358 (0.025)*	0.079 (0.639)	0.035 (0.862)	0.234 (0.170)	0.296 (0.094)	0.217 (0.333)
Dedicação	0.337 (0.036)*	0.137 (0.413)	0.334 (0.089)	0.067 (0.708)	0.335 (0.053)	0.282 (0.203)
Absorção	0.298 (0.073)	0.051 (0.769)	0.138 (0.492)	0.079 (0.655)	0.322 (0.064)	0.144 (0.524)

Tabela 5.2: Correlações entre as médias gerais de motivação e engajamento, por módulo, e as médias finais de desempenho dos estudantes.

	Médias Finais MT	Médias Finais MI
Atenção	0.217 (0.158)	0.435 (0.006)**
Relevância	0.175 (0.246)	0.144 (0.382)
Confiança	0.384 (0.009)**	0.453 (0.004)**
Satisfação	0.406 (0.006)**	0.341 (0.034)*
Vigor	0.284 (0.059)	0.305 (0.059)
Dedicação	0.293 (0.051)	0.182 (0.274)
Absorção	0.241 (0.111)	0.184 (0.263)

distribuições normais, *Confiança*, *Gênero* e *Utilidade*, utilizamos o teste de correlação de Spearman. Para as categorias restantes, utilizamos o teste de correlação de Pearson.

A Tabela 5.2 nos permite observar a existência de apenas duas relações significativas no MT. Estas relações ocorreram com as categorias de motivação *Confiança* e *Satisfação* e apresentaram efeito médio. O restante das categorias, tanto de motivação quanto de engajamento, apresentaram efeitos fracos e não significativos. Enquanto isso, no MI, notamos que a *Atenção*, a *Confiança* e a *Satisfação* apresentaram correlações significativas de efeito médio com as notas finais de desempenho dos estudantes. Das categorias de engajamento, o *Vigor* apresentou um efeito médio com as notas finais do MI, apesar de não significativo. O restante das categorias de motivação e engajamento também apresentaram efeitos fracos.

A Tabela 5.3 nos mostra que as categorias de atitudes *Interesse* e *Profissional* apresentaram relações de efeito médio com as notas finais de desempenho dos estudantes no MT, a primeira significativa e a segunda não. Algo que chama a atenção é a correlação significativa de efeito médio e negativa da categoria *Gênero*, que indica que quanto maior a média desta categoria (concepção positiva de gênero) menor a nota do estudante. No MI, o *Gênero* também apresentou uma relação negativa e de efeito médio com as notas finais dos discentes, apesar de não significativa. Estes

Tabela 5.3: Correlações das categorias de atitudes com as médias finais de desempenho dos estudantes em cada módulo.

	Médias Finais MT	Médias Finais MI
Confiança	0.261 (0.241)	0.327 (0.137)
Interesse	0.425 (0.049)*	0.306 (0.167)
Gênero	-0.423 (0.050)*	-0.380 (0.081)
Utilidade	0.038 (0.866)	0.117 (0.605)
Profissional	0.408 (0.060)	0.088 (0.697)

Tabela 5.4: Correlações entre as médias finais de desempenho dos estudantes no MT e MI.

	Médias Finais MI
Médias Finais MT	0.812 (0.000)**

valores de correlações irregulares podem ter ocorrido devido à positividade quase totalitária quanto às questões de gênero. As categorias *Confiança* e *Interesse* também apresentaram relações de efeito médio no MI, apesar de não significativas.

5.5.3 Performance dos Estudantes

Nesta subseção apresentamos as correlações entre as médias finais de desempenho dos discentes em ambos os módulos, MT e MI.

A Tabela 5.4 nos mostra a existência de uma correlação significativa e forte entre as médias finais obtidas nos dois módulos.

5.5.4 Regressão Linear Múltipla

Utilizamos o teste de regressão linear múltipla para mensurar as capacidades de previsão das categorias de motivação, engajamento e atitudes (pós-EI) sobre as médias finais de desempenho dos estudantes, tanto no MT quanto no MI. Assim como para o Caso A, baseado na experiência prévia de nosso grupo de pesquisa na investigação dos sentimentos de estudantes em disciplinas de CS1, e também baseado nos resultados das correlações apresentadas nas subseções acima, utilizamos a regressão linear múltipla do tipo *hierárquica*. Para as categorias apresentadas nesta subseção, todos os critérios da regressão linear múltipla foram atendidos, o que inclui os critérios do tamanho das amostras, ausência de multicolinearidade, independência de resíduos, resíduos normalmente distribuídos e homocedasticidade.

A experiência de nossa equipe juntamente com os resultados das correlações abordados acima, nos levou a adotar a seguinte ordem hierárquica de inclusão das categorias de motivação: *Confiança*, *Satisfação*, *Relevância* e *Atenção*. Em um novo teste de

regressão, mensuramos a capacidade de previsão das categorias de engajamento. A ordem hierárquica de inclusão das categorias foi: *Dedicação*, *Vigor* e *Absorção*. Para o terceiro teste de regressão utilizando as categorias de atitudes, no MT o teste não pôde ser realizado uma vez que os dados não atenderam aos critérios de independência de resíduos, resíduos normalmente distribuídos e homocedasticidade. No MI, também não foi possível realizar o teste já que os dados não cumpriram com os critérios de independência de resíduos e resíduos normalmente distribuídos.

A Tabela 5.5 mostra os resultados da regressão linear múltipla por meio dos coeficientes (B) e do R^2 *change* de cada categoria a fim de exibir a capacidade de previsão individual de cada uma delas. Também exibimos o R^2 de todo o modelo, juntamente com o R^2 ajustado, a fim de explicar a capacidade de previsão de todo o modelo com todas as categorias inclusas.

Tabela 5.5: Coeficientes de regressão linear múltipla para as categorias de motivação e engajamento no MT e MI.

	Médias Finais MT		Médias Finais MI	
	Coef. B	R^2	Coef. B	R^2
Constante	-0481 (0.895)	-	1.740 (0.577)	-
Atenção	0.620 (0.433)	1.2%	2.762 (0.013)*	12.5%
Relevância	-2.042 (0.092)	4.7%	-3.036 (0.025)*	6.5%
Confiança	0.427 (0.765)	14.8%	1.437 (0.050)*	20.5%
Satisfação	2.893 (0.056)	2.7%	0.450 (0.695)	0.2%
		23.3%		39.8%
Constante	1.364 (0.430)	-	4.136 (0.040)	-
Vigor	1.126 (0.407)	0.5%	2.151 (0.067)	8.1%
Dedicação	0.849 (0.374)	8.6%	-0.513 (0.655)	3.3%
Absorção	-0.849 (0.492)	1.1%	-0.677 (0.478)	1.3%
		10.1%		12.8%

Os resultados para as categorias de motivação e as notas finais do MT nos revelaram um modelo significativo $F(4, 39) = 2.969$, ($p\text{-valor} < 0.05$), com capacidade de previsão de 23.3% e um R^2 ajustado de 15.5%. Apesar de não terem surgido categorias significativas, a categoria *Confiança* se destacou com a maior contribuição do modelo, 14.8%.

Também com um modelo significativo, a motivação foi capaz de explicar 39.8% das médias finais do MI, $F(4, 33) = 5.457$, ($p\text{-valor} < 0.01$), com um R^2 ajustado de 32.5%. Neste modelo encontramos três categorias significativas, a *Confiança* com maior contribuição, 20.5%, seguida da *Atenção* com 12.5% e a *Relevância* com 6.5%.

As categorias de engajamento não obtiveram um modelo significativo capaz de prever as notas finais do MT. Notamos uma capacidade de previsão de 10.1% com um

R^2 ajustado de 3.6%. Apesar de não ter surgido nenhuma categoria significativa, notamos a maior contribuição do modelo vindo da *Dedicação* com 8.6%.

Apesar de também não apresentar um modelo significativo, as categorias de engajamento no MI foram capazes de explicar 12.8% (R^2 ajustado = 5.1%) das médias de desempenho deste módulo. Não foram encontradas categorias significativas. Contudo, a categoria Vigor obteve a maior contribuição no modelo, com 8.1%.

5.6 Percepções de Aprendizagem

Esta seção apresenta, por meio de gráficos de barras empilhadas, as percepções de aprendizagem dos estudantes acerca dos conceitos e habilidades trabalhados ao longo do MT e MI, respectivamente.

5.6.1 Conceitos

A Figura 5.15 exibe os resultados para a percepção de aprendizagem dos conteúdos abordados na primeira unidade do MT. Podemos observar que, de modo geral, os estudantes não apresentaram dificuldades nos conteúdos da primeira unidade.

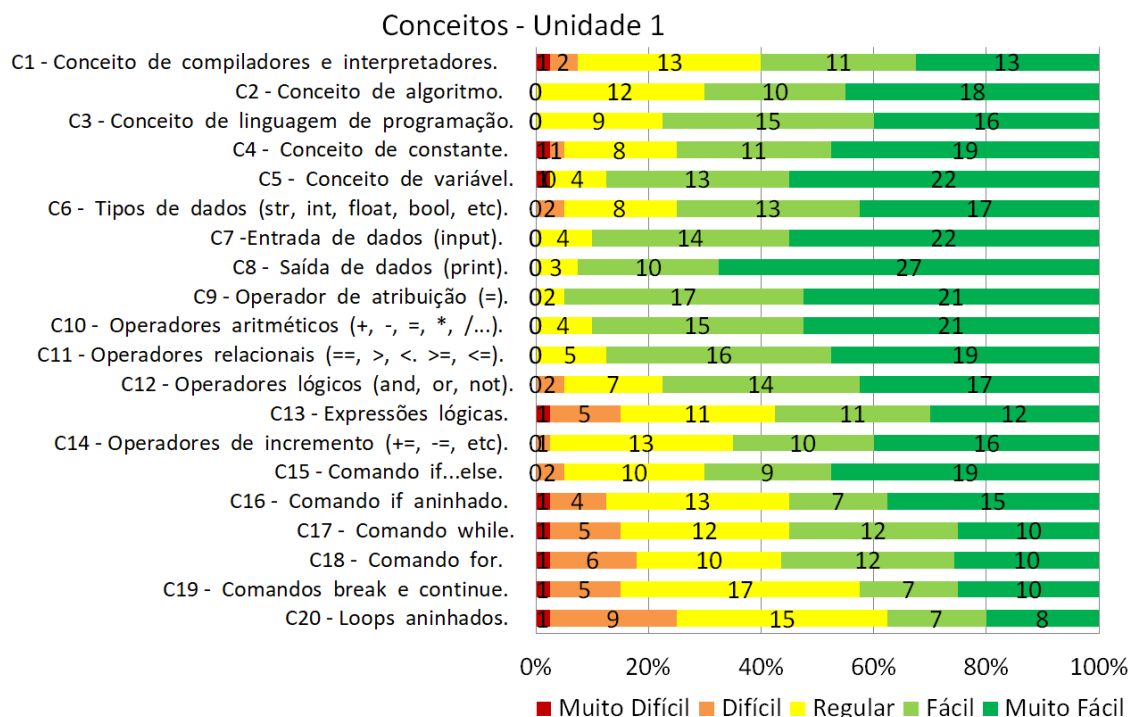


Figura 5.15: Variação da percepção de aprendizagem dos conceitos da primeira unidade do MT.

Para os estudantes, o conceito mais fácil foi o operador de atribuição (C9, 95% de facilidade). Em seguida, os conceitos mais fáceis foram os de saída de dados (C8),

com 92% de facilidade, entrada de dados e os operadores aritméticos (C7 e C10, 90% de facilidade), além do conceito de variáveis e os operadores relacionais (C5 e C11, 87% de facilidade).

As maiores dificuldades dos estudantes, ainda que não tão expressivas, foram com os *Loops aninhados* (C20, 25% de dificuldade e 37% de regularidade). Além deles, as estruturas de repetição *Comando for* (C18, 18% de dificuldade) e o *Comando while* (C17), juntamente aos *Comandos break e continue* (C19), e as expressões lógicas (C13), os três últimos com 15% de dificuldade. O *Comando if aninhado* (C16), também apresentou 12% de dificuldade. Uma vez considerando uma escala de Likert de 5 pontos, a média obtida para os conceitos da unidade 1 foi positiva, (3.95 ± 0.81).

A Figura 5.16, nos mostra que, de modo geral, os estudantes também não apresentaram grandes dificuldades com os conceitos da unidade 2. Apesar disso, notamos um nível de facilidade menor do que o encontrado na unidade 1.

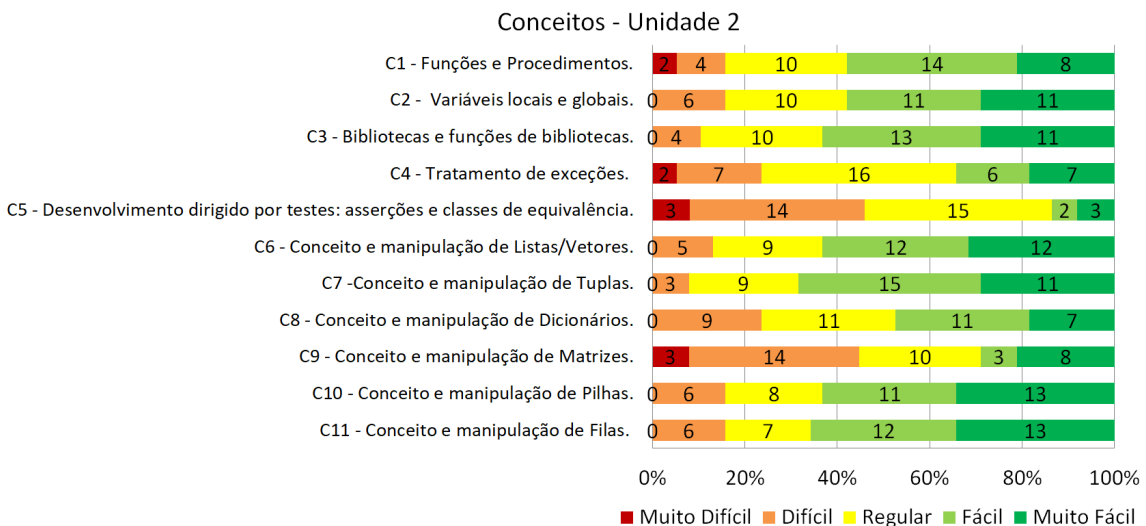


Figura 5.16: Variação da percepção de aprendizagem dos conceitos da segunda unidade do MT.

O conteúdo mais fácil para os estudantes foi o *Conceito e manipulação de Tuplas* (C7, 68% de facilidade). Além deste, outros conceitos que se destacaram foram os de *Bibliotecas e funções de bibliotecas* (C3), o *Conceito e manipulação de Lista/Vetores* (C6), e o *Conceito e manipulação de Pilhas* (C10), estes três últimos com 63% de facilidade. O *Conceito e manipulação de Filas* ainda obteve grande percentual de facilidade entre os estudantes (C11, 65% de facilidade).

O conteúdo mais difícil entre os estudantes foi o de *Desenvolvimento dirigido por testes: asserções e classes de equivalência* (C5, 46% de dificuldade). Outro conceito com considerável percentual de dificuldade foi o *Conceito e manipulação de matrizes* (C9, 44% de dificuldade). Além destes, o *Tratamento de exceções* (C4) e o *Conceito*

de manipulação de Dicionários (C8), também obtiveram um percentual de dificuldade destacável, ambos com 23% de dificuldade. A média obtida para os conceitos da unidade 2 foi positiva, (3.55 ± 0.83) .

A Figura 5.17, mostra os resultados para a percepção de aprendizagem dos conteúdos da unidade 3. De modo geral, podemos dizer que os estudantes também não pontuaram grandes dificuldades nesta unidade.

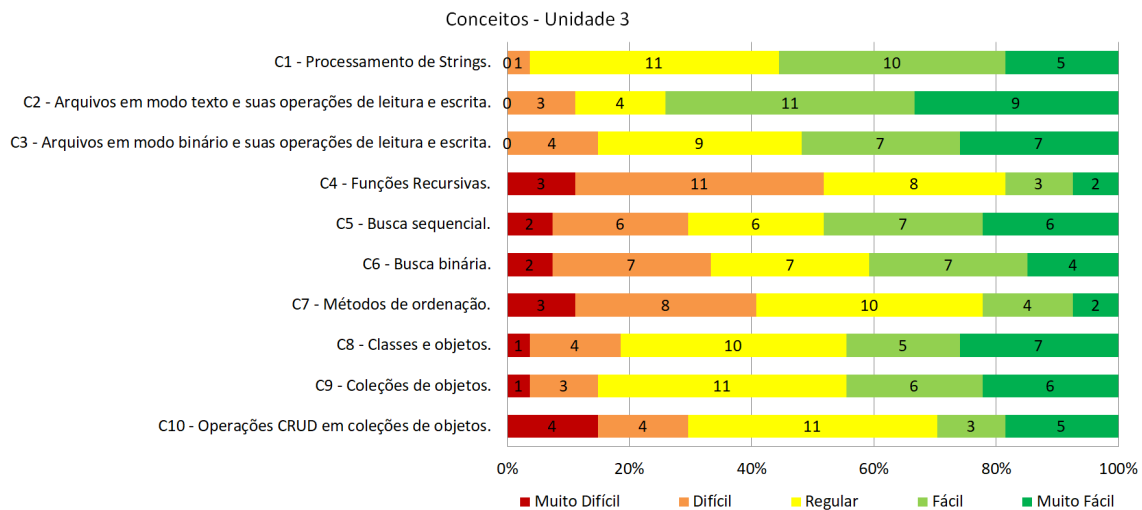


Figura 5.17: Variação da percepção de aprendizagem dos conceitos da terceira unidade do MT.

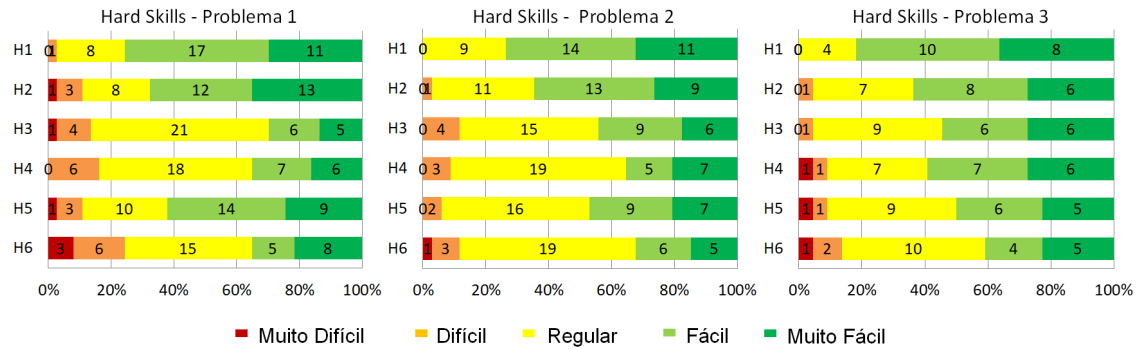
Podemos observar que o conteúdo com maior percentual de facilidade foi o de *Arquivos em modo texto e suas operações de leitura e escrita* (C2, 74% de facilidade). Em seguida, notamos o *Processamento de Strings* (C1, 55% de facilidade) e os *Arquivos em modo binário e suas operações de leitura e escrita* (C3 - 52% de facilidade).

Por outro lado, cerca de metade dos estudantes pontuaram as *Funções recursivas* como um conceito difícil (C4, 51% de dificuldade), sendo este o conceito de maior dificuldade na unidade 3. Os *Métodos de ordenação* também apresentaram considerável percentual de dificuldade (C7, 40% de dificuldade). Apesar da moderação, a *Busca binária* também apresentou um percentual de dificuldade chamativo (C6, 33% de dificuldade). Enquanto isso, a *Busca sequencial* e as *Operações CRUD em coleções de Objetos* obtiveram um nível de dificuldade destacável, (C5 e C10, 29% de dificuldade). A média obtida para os conceitos da unidade 3 foi moderada, (3.31 ± 0.84) .

5.6.2 Habilidades

A Figura 5.18 aborda os resultados acerca da percepção de aprendizagem das habilidades técnicas, *Hard Skills*, trabalhadas ao longo dos três problemas do MI. De modo geral, notamos que os estudantes apresentaram percepções positivas acerca

destas habilidades. Além disso, os níveis de facilidade aumentaram suavemente ao longo dos problemas. O problema 1 apresentou os maiores níveis de dificuldade e o problema 3, os menores.



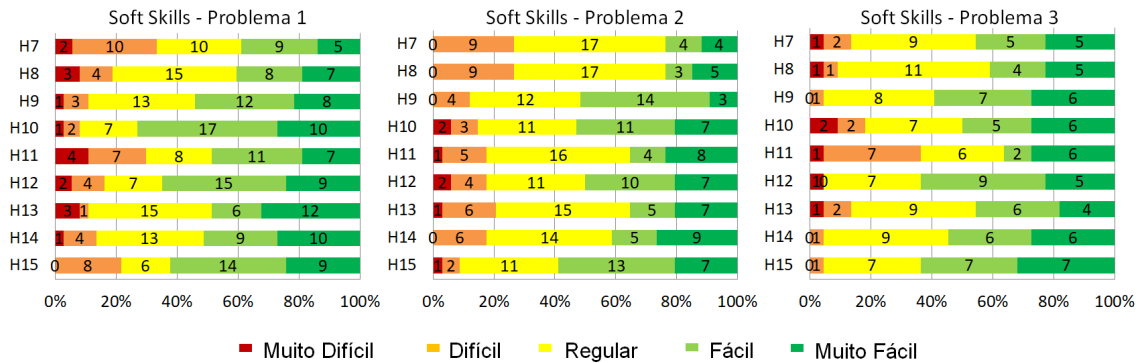
H1 - Escrever código usando os comandos da linguagem Python.
H2 - Representar dados usando a linguagem Python.
H3 - Analisar o problema de maneira sistemática e extrair as especificações do problema.
H4 - Implementar sistemas de computação conforme as especificações extraídas.
H5 - Testar o sistema implementado.
H6 - Depurar o sistema implementado.

Figura 5.18: Variação da percepção de facilidade das habilidades técnicas, *Hard Skills*, ao longo dos três problemas do MI.

Para a maior parte da turma, escrever códigos e representar dados na linguagem Python não foi difícil (H1 - facilidade de 75% em P1, 73% em P2, 81% em P3 e H2 - facilidade de 67% em P1, 64% em P2, 63% em P3). Por outro lado, observamos uma moderação sobre os níveis de facilidade na análise e extração de especificações do problema, com uma perspectiva positiva no problema 3 (H3 - facilidade de 29% em P1, 44% em P2, 54% em P3). O mesmo ocorreu para implementar sistemas de acordo com tais especificações, H4. Em relação a testar o sistema, no primeiro problema, esta habilidade pareceu fácil para boa parte da turma, enquanto nos problemas seguintes os resultados foram moderados (H5 - facilidade de 62% em P1, 47% em P2, 50% em P3). As médias das *Hard Skills* nos três problemas, foram positivas e, respectivamente, de (3.58 ± 0.83) , (3.64 ± 0.71) e (3.76 ± 0.85) .

Em relação aos resultados encontrados para as habilidades pessoais e interpessoais, *Soft Skills*, os gráficos da Figura 5.19 representam a perspectiva dos estudantes sobre suas percepções de aprendizagem ao longo do MI. Fazendo uma análise geral, notamos que os discentes apresentaram uma percepção positiva à moderada no decorrer dos problemas, sendo que o problema 3 carregou o maior nível de facilidade e o problema 2 maior moderação.

A habilidade de autogerenciamento e gerenciamento do grupo foi moderada e nos problemas 1 e 2 pareceu difícil para um percentual maior de estudantes (H7 - dificuldade de 33% em P1, 26% em P2, 13% em P3 e H8 - dificuldade de 19% em P1, 26% em P2, 9% em P3). Enquanto isso, a atuação em grupo e comunicação não



H7 - Autogerenciar-me em minhas atividades e comportamento.
H8 - Gerenciar adequadamente o andamento do problema e as atividades em grupo.
H9 - Atuar em grupo, lidando de maneira apropriada com meus colegas.
H10 - Comunicar-me com a turma, transmitindo meu conhecimento ou dúvidas de maneira transparente aos meus colegas.
H11 - Liderar a turma transmitindo confiança, competência, respeito e motivação aos meus colegas.
H12 - Resolver problemas com espírito investigativo.
H13 - Tomar decisões de maneira segura.
H14 - Organizar estratégias e planos para resolver o problema.
H15 - Usar a criatividade para analisar e solucionar o problema.

Figura 5.19: Variação da percepção de facilidade das habilidades pessoais e interpessoais, *Soft Skills*, ao longo dos três problemas do MI.

pareceram um problema para cerca de metade da turma (H9 - facilidade de 54% em P1, 51% em P2, 59% em P3 e H10 - facilidade de 73% em P1, 53% em P2, 50% em P3). As habilidades de liderança e tomada de decisão foram moderadas (H11 - facilidade de 48% em P1, 35% em P2, 36% em P3 e H13 - facilidade de 48% em P1, 35% em P2, 45% em P3), sendo que mais estudantes apontaram dificuldade em liderar no problema 3. Para a maior parte dos estudantes, o espírito investigativo e uso da criatividade para analisar e solucionar o problema foram fáceis (H12 - facilidade de 64% em P1, 50% em P2, 63% em P3 e H15 - facilidade de 62% em P1, 58% em P2, 63% em P3). Enquanto isso, notamos uma moderação na habilidade de organização de estratégias para solucionar o problema (H14 - facilidade de 51% em P1, 41% em P2, 54% em P3). As médias das *Soft Skills* nos três problemas, foram, respectivamente, de (3.50 ± 0.90) , (3.40 ± 0.84) e (3.60 ± 0.92) , valores aproximadamente positivos.

5.7 Análise do Caso B

Os resultados parciais referentes ao Caso B nos permitem responder a três das questões de pesquisa definidas neste trabalho. Estas questões, por sua vez, guiam as discussões desta seção.

5.7.1 Como os sentimentos de motivação, engajamento e atitudes se expressam em uma abordagem de CS1 que combina teoria e PBL?

Analisando os boxplots de motivação exibidos anteriormente, podemos dizer que no EI de Algoritmos, mais uma vez os discentes demonstraram se manter motivados. As medianas de todas as categorias de motivação em ambos os módulos, MT e MI, permaneceram moderadas ou positivas. Isto nos permite sugerir, tal como no estudo anterior, a existência de uma resposta positiva na motivação dos estudantes ao vivenciarem o método PBL e até mesmo a abordagem híbrida. Notamos que, apesar das diferenças existentes nos dois módulos, seus níveis de motivação em cada categoria permaneceram com a mesma tendência à positividade, ainda quando moderados.

De acordo com os testes ANOVA, verificamos que não houve diferenças nas categorias de motivação ao longo do semestre. Apesar disso, pudemos notar pelos boxplots, certas variações notórias e recorrentes nas distribuições em cada categoria. Estas variações perceptíveis e mais chamativas ocorreram, principalmente, no MI, com a queda das caixas do Problema 2. Enquanto isso, notamos variações mais discretas no MT, mesmo com as médias de desempenho deste módulo menores que as médias do MI e com ambos os módulos apresentando quedas significativas nas notas de desempenho da Unidade/Problema 1 para a Unidade/Problema 2. Isto nos sugere a existência de algo particular no MI. De acordo com Barrows (1986), algumas variáveis importantes no método PBL que podem interferir nos objetivos educacionais, (tais como a motivação), incluem o design do problema e a atuação do professor no processo de aprendizagem, por exemplo. Assim, levando em consideração as particularidades nas categorias de cada módulo e o fato de que o MT e o MI utilizam diferentes métodos de ensino-aprendizagem, mais uma vez guiamos uma análise separada de cada um.

A *Atenção* se mostrou mais elevada no MI, ainda com a leve queda no Problema 2. Isto pode ter ocorrido, mais uma vez, pelo método PBL ser movido pela participação ativa dos estudantes que, inclusive, são avaliados pela sua atuação. Além disso, a cada novo problema PBL, os estudantes vivenciam novos contextos, discussões e desafios com o objetivo de alcançar uma solução e isto pode ter um potencial de manter a turma curiosa e ativa. Diferentemente, no MT, o professor é o responsável por guiar o processo de aprendizagem e estimular a turma, tirando assim o foco e a responsabilidade de atuação dos estudantes. Em contrapartida, a *Relevância* foi mais elevada no MT, onde os conceitos necessários à resolução dos problemas do MI são introduzidos e onde os discentes podem sanar suas dúvidas. Por induzir um estudo autodirigido, no MI, pode ser mais difícil para os estudantes assimilarem e associarem os conceitos, o que pode ser alcançado mais facilmente no MT, com o auxílio de um professor. Isto pode também ter atribuído uma relevância maior às aulas do MT. Mesmo assim, a *Relevância* foi positiva em ambos os módulos. De acordo com Barrows (1986), o método PBL pode atuar no aumento da motivação por meio da relevância e do desafio do trabalho. Enquanto a *Confiança* se manteve

positiva ao longo das unidades do MT, no MI, esta categoria se manteve sempre mais baixa em relação ao MT e moderada, principalmente, devido à queda no Problema 2. Isto nos sugere que o MT traz uma segurança maior aos discentes ainda que suas notas de desempenho diminuam, provavelmente por possuírem o suporte do professor, o qual pode esclarecer dúvidas, oferecer revisões de conteúdos e listas de exercícios para o preparo antes das avaliações, entre outras atividades. Enquanto isso, no MI, os estudantes precisam estudar sozinhos e desenvolver soluções por conta própria para os problemas atribuídos. Isto pode ocasionar um maior grau de insegurança em aprender os conteúdos e obter sucesso na disciplina, principalmente se o nível de dificuldade for maior, como parece ser o caso da Unidade/Problema 2 que apresentou queda significativa nas notas de desempenho.

Apesar de observarmos uma queda na *Satisfação* dos estudantes no Problema 2 do MI, este módulo manteve níveis positivos desta categoria e mais elevados que no MT, que teve níveis moderados com uma tendência à positividade. Isto nos sugere não apenas que a experiência vivida no EI foi capaz de promover um senso de realização nos estudantes, como também que PBL tem um bom potencial em proporcionar sensações gratificantes. Isto porque, no MI, os estudantes desenvolvem por conta própria soluções de projetos simplificados mas completos, aplicando os conceitos que aprendem no MT. Assim, completar com êxito ou não estes projetos pode oferecer um maior impacto no senso de realização dos discentes do que o desempenho em avaliações tradicionais habituais, por envolver o desenvolvimento autônomo de um produto. Barrows (1996) afirma que os problemas PBL constituem o estímulo para a aprendizagem e representam o desafio que os discentes enfrentarão na prática, além de prover motivação. Ainda, os resultados do estudo de Lykke et al. (2014), apontam que, pela pouca experiência prática, as aulas tradicionais podem ser estressantes.

Os boxplots também nos mostraram que os níveis de engajamento dos estudantes em ambos os módulos permaneceram moderados e próximos, de tal maneira que os testes ANOVA não apontaram mudanças significativas nas categorias deste sentimento ao longo das unidades e problemas. Considerando a variação significativa das notas de desempenho dos discentes, a não manifestação de mudanças, pelo menos, notáveis sobre este sentimento, pode sugerir que o EI não apresentou grande influência sobre o engajamento dos estudantes.

Tanto os níveis de *Vigor* quanto os níveis de *Absorção* apresentaram moderação e uma leve tendência à negatividade em ambos os módulos. Isto nos leva a mais uma vez refletirmos sobre o perfil dos estudantes nos dias atuais, os quais não aparentam demonstrar grandes níveis de concentração e imersão em atividades laboriosas que demandem horas de trabalho, tais como o desenvolvimento de soluções do MI. Ao mesmo tempo, o trabalho árduo, seja estudando novos conceitos ou no processo de desenvolvimento de soluções e suas dificuldades associadas, pode ser cansativo, mesmo ao longo de uma única unidade/problema. A *Dedicação* também foi moderada. Apesar de enxergar significado, propósito e desafio em seus estudos, possivelmente pelos resultados de desempenho obtidos e pelos níveis de concentração, os estudantes não se sentiram tão orgulhosos e entusiasmados com seus estudos.

Em relação às atitudes, os boxplots nos mostraram, de modo geral, resultados positivos para todas as categorias, (moderados para a categoria *Profissional*), tanto antes quanto após o semestre letivo. Mesmo assim, notamos algumas mudanças na perspectiva dos estudantes ao passarem pelo EI. Os testes t pareado e de Wilcoxon, inclusive, apontaram diferenças significativas entre os dois momentos, antes e após o EI, para as categorias *Confiança*, *Gênero* e *Interesse*. Contudo, com exceção das questões de gênero, nas quais vimos um aumento significativo de positividade, a *Confiança* e o *Interesse* apresentaram uma diminuição da positividade após o EI.

Os níveis da categoria *Confiança* se mantiveram positivos nos dois momentos. Contudo, após o EI, houve uma diminuição desta positividade e esta diminuição foi significativa, tal como mencionado acima. Isto sugere que, após passarem pelo EI, apesar de os estudantes se manterem confiantes em aprender os conceitos de computação, resolver problemas e conseguir boas notas em disciplinas da área, esta confiança foi abalada. Isto faz sentido ao observarmos a queda das notas de desempenho e com o fato de os discentes terem apresentado maiores dificuldades com os conceitos trabalhados ao passar de cada unidade do MT, apesar de ainda terem pontuado tais conceitos como majoritariamente fáceis. O *Interesse* também obteve níveis positivos antes e após o semestre letivo. Mesmo assim, observamos uma diminuição significativa da positividade nesta categoria após o EI. Isto indica que mesmo ainda percebendo a computação como interessante, sentirem gosto pelo desafio de solucionar problemas usando a computação e esperarem poder utilizar os conceitos desta área em sua carreira futura, estas percepções foram também abaladas. Mais uma vez, isto condiz com o aumento da percepção de dificuldade dos conceitos trabalhados e quedas nas notas de desempenho, que podem criar certo desestímulo. Mesmo assim, observando que a positividade permaneceu mesmo em face a estas dificuldades, podemos dizer que o modelo híbrido de ensino-aprendizagem trabalhou bem em termos de oferecer desafios e problemas a serem resolvidos. Contudo, também ressaltamos a importância da dosagem adequada do nível de dificuldade oferecido tanto nas atividades da disciplina teórica quanto nos problemas do PBL.

Em relação ao *Gênero*, os estudantes não apresentavam, em sua grande maioria, concepções negativas desta categoria antes de iniciarem o EI e isto permaneceu após o semestre letivo. Na verdade, notamos uma positividade quase absoluta quanto às questões de gênero após o EI. Em outras palavras, para os estudantes, homens e mulheres tem igual capacidade em solucionar problemas, obter destaque e produzir trabalhos de qualidade na computação. Isto reforça um papel positivo do EI, principalmente quando olhamos para o MI com o método PBL, que demanda discussões em grupo e participação de todos, independente do gênero, e isto pode tornar possível aos estudantes trocarem experiências e conhecimentos e, assim, notarem a produção e capacidade uns dos outros. A *Utilidade* também se manteve positiva e com uma leve melhora após o semestre letivo, ainda que não significativa. Isto mostra que os discentes mantiveram e até mesmo aumentaram o senso de importância sobre o conhecimento e habilidades na computação para seus objetivos de carreira. Mais uma vez, isto reforça o papel do EI no estímulo e desenvolvimento de habili-

dades úteis ao mercado. Já a categoria *Profissional* se mostrou positiva antes do semestre letivo mas com certa tendência à moderação e, após o semestre, esta moderação aumentou, indicando um leve aumento da visão negativa sobre esta categoria. Assim, novamente analisando as dificuldades apontadas com os conceitos e diminuição gradativa das notas de desempenho, podemos dizer que, possivelmente, estas questões alimentaram a ideia de que, para obter um bom desempenho no curso, os estudantes de computação não terão uma vida fora dos computadores ou não serão tão populares quanto estudantes de outras áreas.

5.7.2 Como o desempenho dos estudantes se expressa em uma abordagem que combina teoria e PBL?

As notas de desempenho dos estudantes no MT apresentaram uma queda na Unidade 2, mas uma boa recuperação na Unidade 3. Enquanto isso, as notas no MI apresentaram também uma queda no Problema 2, mas obtiveram uma leve recuperação no problema seguinte. Ao mesmo tempo, como confirmado pelo teste *t* independente, as notas finais do MI foram significativamente melhores que as notas finais do MT. Isto reforça a ideia mencionada no Caso A, sobre o trabalho com a resolução de problemas oferecer um potencial no fortalecimento do desempenho dos discentes.

Uma vez que as unidades e problemas concorrentes abordam os mesmos conteúdos, podemos mais uma vez perceber uma diferença nos resultados dos métodos de ensino adotados em cada módulo sobre o desempenho dos discentes. Assim, abordamos aqui novamente as diferentes formas de avaliação em cada método. As múltiplas formas de avaliação do MI, mencionadas no Capítulo 3, contrastam com a realização de uma única avaliação de tempo limitado do MT, o que pode permitir o alcance de melhores resultados, tal como observamos com a taxa de aprovação consideravelmente maior do MI. Mesmo assim, notamos a relação forte e significativa entre as notas dos dois módulos, e isto revela a boa associação de ambos atuando como um bloco.

Apesar de notarmos um declínio das notas dos estudantes na Unidade 2 do MT e uma boa recuperação na Unidade 3, com diferenças significativas entre as Unidades 1 e 2 e Unidades 2 e 3, os estudantes obtiveram uma percepção positiva de facilidade dos conteúdos na Unidade 2 e, na Unidade 3, uma percepção moderada. Notamos que, apesar da recuperação das notas, os conteúdos na Unidade 3 foram os mais complexos. Ainda assim, de fato, a Unidade 1 apresentou o maior nível de facilidade. Contudo, o nível de dificuldade foi aumentando a cada unidade, ainda que não tenham sido pontuadas grandes dificuldades com os conteúdos trabalhados. Assim como no Caso A, notamos que na primeira unidade, as maiores dificuldades pontuadas foram com os *loops*, os quais requerem um maior nível de abstração. Dessa forma, consequentemente as estruturas aninhadas, principalmente os *loops* aninhados acabam se tornando os mais complexos, tal como pontuado pelos estudantes. Gomes e Mendes (2007) abordam que a programação requer um alto nível de abstração e, em geral, os problemas ocorrem na fase inicial da aprendizagem, no

momento em que os discentes precisam compreender e aplicar conceitos abstratos, como as estruturas de controle. Enquanto isso, na segunda unidade o conceito que apresentou maior dificuldade foi o de desenvolvimento dirigido por testes. De fato, pode ser complexo, para estudantes que estão ainda aprendendo a desenvolver algoritmos para solucionar problemas, abstrair a ideia de pensar em testes para um algoritmo ainda não desenvolvido. Além deste, o conceito e manipulação de matrizes também apresentou um nível de dificuldade notório. A manipulação de matrizes envolve o domínio dos *loops aninhados* e a compreensão da ideia de vetores dentro de vetores constituindo as linhas e colunas de uma matriz, e esta abstração é necessária para todas as operações, seja de criação das matrizes ou adição, remoção e busca de elementos. Já na terceira unidade, a maior dificuldade apontada foi com as funções recursivas, também similar à maior dificuldade apresentada no Caso A. As funções recursivas demandam uma maior compreensão sobre o funcionamento do programa e da memória em tempo de execução, o que pode ocasionar em maiores dificuldades para os estudantes. De acordo com Milne e Rowe (2002), as funções recursivas podem apresentar complexidades em suas implementações devido à suas estruturas e execuções em memória não-lineares.

Em relação às notas do MI, houve uma queda do Problema 1 para o Problema 2 e leve recuperação no Problema 3, com diferenças significativas entre os Problemas 1 e 2 e Problemas 1 e 3, sendo que o primeiro problema, obteve os melhores resultados e o segundo problema, o pior. Contudo, notamos pelas percepções de aprendizagem dos estudantes sobre as *Hard Skills* que não houve grandes dificuldades ao longo do semestre. Mesmo assim, notamos um aumento leve e gradual de facilidade ao longo dos problemas. Assim, o Problema 1 pareceu ser o mais difícil e o Problema 3, o mais fácil. Em todos os problemas, a maior dificuldade encontrada foi com a habilidade de depurar o sistema. Tal como mencionado para o Caso A, a depuração engloba análises detalhadas de código, o que pode ser complexo para programadores iniciantes. De maneira similar, observamos que as habilidades de analisar e extrair as especificações do problema bem como implementar o sistema de acordo com tais especificações foram mais difíceis no Problema 1 e foram se tornando mais fáceis ao longo dos problemas. Estas habilidades demandam por uma visão de mais alto nível do problema e, de fato, isto pode ser mais difícil em um primeiro momento. A melhora destas habilidades ao longo dos problemas pode indicar uma boa consequência da prática exercida no MI. Já as *Soft Skills* apresentaram maiores dificuldades no Problema 2 e facilidades no Problema 3. As habilidades de liderança, autogerenciamento e gerenciamento do problema e da equipe, se destacaram como mais difíceis, de modo geral. Mais uma vez, o fato de os discentes serem novatos e estarem lidando com diversas mudanças e dificuldades neste momento do curso pode ter relação com estas dificuldades. Gomes e Mendes (2007) também discutem sobre o momento em que os estudantes têm de aprender a programação ao entrarem no ensino superior, um momento de transição e instabilidade em suas vidas. É interessante observar que as habilidades de tomada de decisões e organização de estratégias para solução do problema apresentaram maiores níveis de dificuldade no Problema

2, momento em que houve uma queda nas notas de desempenho. É também interessante observar o aumento da dificuldade na habilidade de comunicação ao longo dos problemas, sendo mais difícil no Problema 3. Isto parece estranho porque, neste momento, espera-se que os estudantes estejam mais entrosados uns com os outros e tenham assimilado melhor suas habilidades comunicativas, já que o MI demanda uma participação ativa.

Tal como no Caso A, apesar de os estudantes não pontuarem grandes dificuldades com os conteúdos trabalhados ao longo do semestre, estas percepções não estão, necessariamente, em concordância com as notas de desempenho obtidas no MT. Na primeira unidade, os estudantes apresentaram uma média de desempenho acima de 5.0 e abaixo de 6.0 e, neste momento, pontuaram uma percepção positiva de aprendizagem dos conteúdos. Nas unidades seguintes, as médias de desempenho ficaram abaixo de 5.0, mesmo os estudantes não pontuando grandes dificuldades com os conteúdos. Na verdade, na Unidade 2 os discentes apresentaram uma percepção de aprendizagem positiva e, na Unidade 3, moderada. Apesar de alguns poucos conceitos na Unidade 2 terem apresentado dificuldades notórias, de modo geral, não foram pontuadas grandes dificuldades e as percepções foram positivas. Já na Unidade 3, apesar de uma melhora na média de desempenho em relação à Unidade 2, as percepções de aprendizagem foram moderadas e podemos ver que mais conceitos apresentaram dificuldades notórias. Uma possível explicação para essa discordância entre as percepções de aprendizagem e as médias de desempenho, pode ser que, por estarem confiantes, as percepções dos discentes estavam equivocadas, e então, eles acreditavam compreender os conceitos, quando na verdade, estavam equivocados, ou simplesmente subestimaram os conteúdos. Ainda assim, não deve ser descartada a possibilidade de os conteúdos com maiores níveis de dificuldade terem contribuído para as notas mais baixas.

Quanto às habilidades trabalhadas no MI, os discentes pontuaram percepções positivas de aprendizagem, o que de certa forma, também não condiz com as médias de desempenho obtidas, as quais ficaram entre os valores 5.0 e 7.0 ao longo dos problemas. Além disso, observamos a queda nas médias de desempenho no Problema 2 e, mesmo assim, as *Hard Skills* mantiveram um aumento da facilidade ao longo dos problemas e se mantiveram positivas. Já as *Soft Skills*, de fato, apresentaram uma diminuição da percepção de facilidade no Problema 2, indo de positiva para moderada, e melhoraram no Problema 3, retomando a positividade, mesmo as médias de desempenho deste último problema ficando entre os valores 5.0 e 6.0.

5.7.3 Qual a relação entre os sentimentos dos estudantes e seus resultados de aprendizagem em uma abordagem de CS1 que combina teoria e PBL?

A motivação apresentou uma capacidade de previsão significativa sobre as notas finais de desempenho dos discentes, tanto no MT quanto no MI. Isto foi evidenciado pelos modelos significativos de regressão linear múltipla em cada módulo. Estes

modelos foram capazes de prever parcialmente, 23.3% e 39.8% das notas finais do MT e MI, respectivamente. Os resultados obtidos nas correlações também adicionaram evidências a este fato. Os achados relacionados aos modelos significativos de motivação mencionados acima apresentam similaridades ao Caso A, apresentado no capítulo anterior.

Encontramos correlações significativas das categorias de motivação, *Confiança* e *Satisfação* com as notas finais de desempenho tanto do MT quanto do MI. No MI, ainda encontramos uma correlação significativa da *Atenção* com as notas finais deste módulo. De acordo com os modelos de regressão, a *Confiança* foi, de fato, a categoria de maior capacidade preditiva das notas finais dos dois módulos, sendo significativa no MI. Ainda no MI, após a *Confiança*, a *Atenção* se destacou também em termos de capacidade preditiva e foi significativa, juntamente com a *Relevância*. Isto é compatível com o resultado encontrado no Caso A, quando a *Confiança* também apresentou a maior capacidade de previsão das notas finais de ambos os módulos. Nas correlações por unidade do MT, observamos que as categorias *Confiança* e *Satisfação* foram as únicas que apresentaram alguma relação significativa e moderada ao longo do semestre, a primeira, na Unidade 1, e a segunda, na Unidade 2. Isto mais uma vez reforça a ideia de que se os estudantes acreditam que podem aprender e alcançar bons resultados, eles obtêm um desempenho melhor, e vice-versa. Desta maneira, é importante prover um nível adequado de desafio na disciplina e fornecer *feedbacks* contínuos sobre a performance dos discentes, estimulando a confiança da turma. Ao mesmo tempo, estes *feedbacks* e outras formas de avaliação devem ser justos e oferecer reconhecimento. Além disso, a disciplina deve demandar uma quantidade de trabalho apropriada e os discentes devem se sentir satisfeitos com o que fazem e aprendem.

Observando as correlações por problema do MI, observamos que em todos os problemas a *Satisfação* foi significativa, com correlações moderadas/fortes. De fato, tal como mencionado no Caso A, PBL fornece aos discentes *feedbacks* constantes, tanto no decorrer quanto ao final do processo de desenvolvimento das soluções. Em relação à *Confiança*, com exceção do Problema 1, as notas de todos os problemas apresentaram relações significativas moderadas/fortes com esta categoria. Considerando a maior contribuição do modelo de regressão vindo da *Confiança* e a correlação significativa desta categoria com as notas finais dos discentes, este resultado nos reforça a importância em oferecer níveis de dificuldade adequados nos problemas de maneira a não desestimular os discentes, seja pela grande dificuldade ou pela ausência de desafio. Diferente do MT, a *Atenção* foi significativa no MI, tanto nas correlações quanto no modelo de regressão. Nas correlações por problema, esta categoria foi significativa com as notas de todos os problemas, com exceção do primeiro. Isto ressalta a essência do método PBL, o qual estimula a participação ativa dos discentes que, inclusive, são avaliados por sua atuação. Também sugere a maior relação que elementos como a curiosidade, surpresa e atenção, estimulados pelos problemas PBL, têm com o desempenho dos estudantes, comparado aos mesmos elementos no MT. Assim, podemos dizer que é importante reforçar estes elementos nos problemas

PBL, de forma a manter um bom desempenho dos discentes.

Apesar de não significativa nas correlações, a *Relevância* foi significativa no modelo de regressão do MI. Além disso, as notas do Problema 2 deste módulo apresentaram relação forte e significativa com a categoria. Isto reforça a importância de manter os problemas bem contextualizados com a realidade dos estudantes, de forma que eles possam estabelecer conexões com o que conhecem. Também reforça a ideia de manter o problema bem elaborado, tornando possível aos discentes enxergar utilidade e valor no que aprendem. Segundo Barrows (1996), os problemas representam não apenas o desafio para os discentes, como também proveem relevância e motivação.

O engajamento não apresentou um modelo de regressão significativo sobre as notas finais do MI e apresentou um efeito de 12.8%. De acordo com o modelo, apesar de não significativo, o *Vigor* apresentou a maior contribuição, diferente do Caso A, com a *Dedicação* com maior poder de previsão. Nas correlações com as notas finais do MI, nenhuma categoria foi significativa. Contudo, o *Vigor* apresentou uma correlação moderada, enquanto o restante das categorias tiveram correlações fracas. Isto revela uma relação discreta porém existente, entre o desempenho no MI e a energia, perseverança e resiliência dos discentes, ainda que estes não sintam tanta vontade de ir para as aulas. Enquanto isso, apesar de a *Dedicação* e *Absorção* não terem apresentado contribuições notórias no modelo de regressão e nas correlações com as notas finais do MI, nas correlações por problema deste módulo, estas duas categorias apresentaram as únicas relações moderadas no problema 2, com o restante dos problemas apresentando apenas correlações fracas para todas as categorias. Considerando a queda das notas no problema 2, possivelmente houve um maior nível de desafio e/ou um menor nível de concentração neste momento.

Em relação ao engajamento no MT, também não foi encontrado um modelo de regressão significativo. O modelo encontrado apresentou um efeito de 10.1% sobre as notas finais dos estudantes neste módulo. Também não houve categorias significativas no modelo de regressão, mas notamos a maior contribuição vindo da *Dedicação*. Isto é similar ao Caso A, com a *Dedicação* também apresentando maior contribuição no modelo. Apesar de as notas finais de desempenho terem apontado correlações fracas com todas as categorias de engajamento, notamos que a *Dedicação* e o *Vigor* foram significativos e moderados na Unidade 1 e, apesar de não significativa, a *Dedicação* ainda foi a única categoria que apresentou uma relação moderada com as notas na Unidade 3, sendo que o restante das categorias apresentaram correlações fracas. Isto nos sugere que, ainda que não seja significativo, as notas dos discentes no MT também possuem ligação com os níveis de energia, perseverança e resiliência, bem como com o entusiasmo, desafio, significado e propósito que os discentes atribuem aos seus estudos. Finalmente, a *Absorção* não foi significativa no MT, tanto no modelo de regressão quanto nas correlações. O nível de concentração e imersão dos discentes em seus estudos, o qual notamos não ter sido notório, não pareceu ter relação com as notas de desempenho deste módulo.

Os resultados das correlações com as notas finais de desempenho dos discentes no

MT nos mostraram que a categoria *Interesse* apresentou uma correlação significativa e moderada. Além disso, apesar de não significativa, a categoria *Profissional* também apresentou uma correlação moderada. Isto sugere a importância de prover desafios para os discentes. Também reflete a importância de os estudantes serem capazes de estabelecer associações entre seus objetivos de carreira e gostos com o que estão aprendendo. Por outro lado, neste semestre, questões ligadas à popularidade dos estudantes de computação e sobre ter uma vida fora dos computadores pareceu ter certa relação com suas notas, ainda que não significativo. Considerando as percepções praticamente absolutas dos discentes sobre as questões de *Gênero*, isso explica as correlações inusitadas encontradas para esta categoria. Sendo assim, não será feita uma análise para esta categoria. Por outro lado, notamos que a *Confiança* e a *Utilidade* não apresentaram relações significativas com as notas finais de desempenho. Isto nos revela, assim como no Caso A, que a associação das habilidades trabalhadas com a garantia de um bom emprego não se relacionam com as notas dos discentes. Ao mesmo tempo, este resultado não reflete o encontrado para a categoria de motivação, *Confiança*.

Apesar de também não ter sido possível construir um modelo de regressão das atitudes com as notas finais do MI, os resultados nos mostraram que as categorias *Confiança* e *Interesse* apresentaram correlações moderadas com as notas dos discentes. Isto retoma o resultado obtido para as categorias de motivação no MI, *Confiança* e *Relevância*, uma vez que também refletem a importância de os discentes sentirem confiança em obter bons resultados e conseguirem aprender os conceitos, bem como estabelecerem gosto e conexão do que é aprendido com seus interesses. Já as categorias *Utilidade* e *Profissional* apresentaram relações fracas e não significativas, revelando que no MI, estas questões podem não apresentar tanta interferência.

Capítulo 6

Comparações entre os Casos A e B

Neste capítulo, apresentamos os resultados das estatísticas descritivas e inferenciais computadas para comparar os Casos A e B e verificar as possíveis diferenças nos sentimentos e resultados de aprendizagem dos estudantes.

Primeiramente, realizamos uma análise por meio de boxplots e testes t de Student de amostras independentes, comparando os Casos A e B a partir das médias gerais das categorias dos sentimentos em cada módulo e das atitudes pós-EI. Utilizamos os boxplots e testes t independentes para comparar também as notas finais de desempenho dos estudantes por módulo em cada EI. Em seguida, comparamos as percepções de aprendizagem acerca dos conceitos e habilidades trabalhados ao longo do semestre de cada EI. Finalmente, realizamos uma análise comparativa dos modelos de regressão encontrados nos dois estudos.

6.1 Sentimentos e Resultados de Aprendizagem

Esta seção apresenta uma descrição comparativa por meio de boxplots e testes t independentes das categorias de motivação, engajamento e atitudes, bem como das notas finais dos estudantes nos módulos MT e MI, nos dois casos estudados.

6.1.1 Motivação no MT

A análise dos boxplots da Figura 6.1 com as distribuições relativas às categorias de motivação do modelo ARCS no MT nos mostra que, de modo geral, as categorias seguiram o mesmo padrão de distribuição nos dois casos estudados, Caso A e Caso B. Podemos notar que a *Atenção* apresentou níveis moderados, a *Relevância* foi positiva e mais elevada dentre as categorias, apesar de a *Confiança* e *Satisfação* terem sido também positivas. Ainda assim, notamos pelas medianas e posições das caixas interquartílicas que os níveis de motivação, em todas as categorias, foram levemente menores no Caso B.

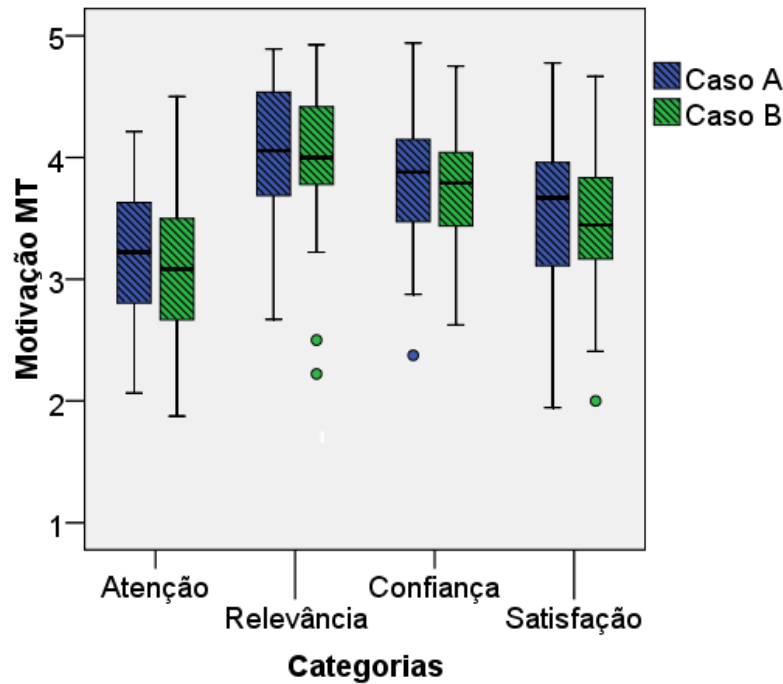


Figura 6.1: Boxplots comparativos das categorias do modelo ARCS - CIS de motivação do MT dentro dos Casos A e B.

De acordo com o teste t de amostras independentes, a *Atenção* no MT não apresentou diferenças estatisticamente significativas entre os dois casos estudados ($t = 0.933$, $p\text{-valor} = 0.353$). Da mesma forma, a *Relevância* não apresentou diferenças significativas, ($t = 0.238$, $p\text{-valor} = 0.812$). A *Confiança* e a *Satisfação* também não apresentaram diferenças significativas, com resultados do teste t , respectivamente, ($t = 0.562$, $p\text{-valor} = 0.575$) e ($t = 0.245$, $p\text{-valor} = 0.807$).

6.1.2 Motivação no MI

Os boxplots da Figura 6.2 nos mostram que as distribuições das categorias de motivação no MI seguiram o mesmo padrão nos dois casos estudados. As categorias foram, de modo geral, moderadas com tendência à positividade, apesar de a *Relevância* ter sido positiva e a categoria com níveis mais elevados dentre todas. Ainda assim, notamos pelas medianas, dispersões e posições dos intervalos interquartílicos que o Caso B apresentou níveis levemente maiores de motivação, em todas as categorias.

Pelo teste t independente, não houve diferenças estatisticamente significativas entre os dois casos estudados em todas as categorias de motivação do MI, *Atenção*, ($t = -1.365$, $p\text{-valor} = 0.176$), *Relevância*, ($t = -0.402$, $p\text{-valor} = 0.689$), *Confiança*, ($t = -0.939$, $p\text{-valor} = 0.351$) e *Satisfação*, ($t = -1.630$, $p\text{-valor} = 0.107$).

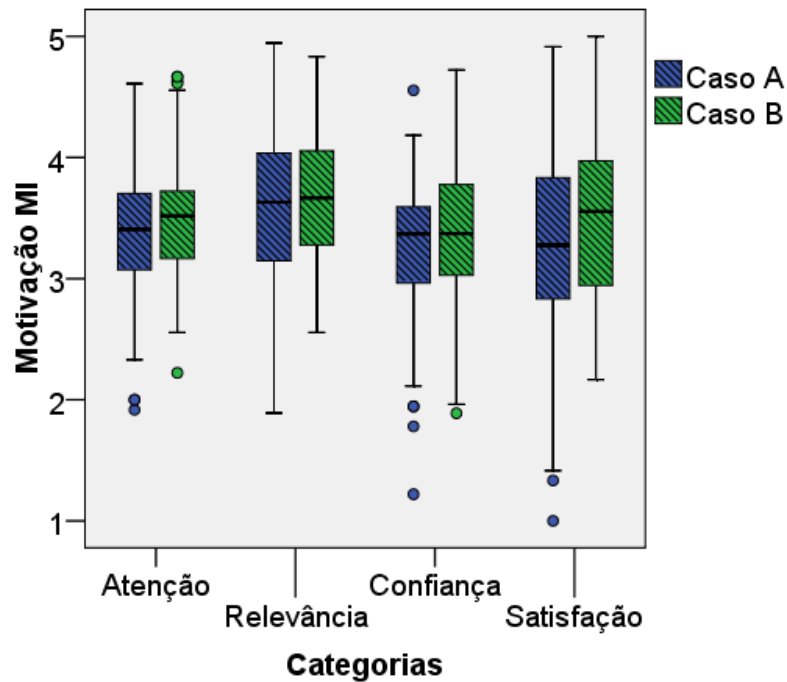


Figura 6.2: Boxplots comparativos das categorias do modelo ARCS - IMMS de motivação do MI dentro dos Casos A e B.

6.1.3 Engajamento no MT

Podemos analisar pelos boxplots da Figura 6.3 que as categorias de engajamento no MT seguiram o mesmo padrão de distribuição nos dois casos estudados. As categorias se mantiveram moderadas, com a *Dedicação* tendo sido a mais elevada, com leve tendência à positividade e a *Absorção* a mais baixa, com leve tendência à negatividade. Apesar de as medianas no Caso B terem sido mais elevadas, as caixas interquartílicas do Caso A abrangeram mais valores positivos. Mesmo assim, a *Absorção* foi sutilmente mais elevada no Caso B.

O teste t independente relevou que não houve diferenças estatisticamente significativas entre as categorias de engajamento do MT nos dois casos, *Vigor*, ($t = -0.036$, $p\text{-valor} = 0.972$), *Dedicação*, ($t = 0.288$, $p\text{-valor} = 0.774$) e *Absorção*, ($t = -0.347$, $p\text{-valor} = 0.730$).

6.1.4 Engajamento no MI

Os boxplots da Figura 6.4 mostram que as distribuições das categorias de engajamento no MI, seguiram o mesmo padrão nos Casos A e B. Notamos a moderação das categorias, com a *Dedicação* tendo sido a mais elevada, com tendência à positividade. Mesmo assim, notamos que o engajamento foi levemente maior no Caso A, em todas as categorias.

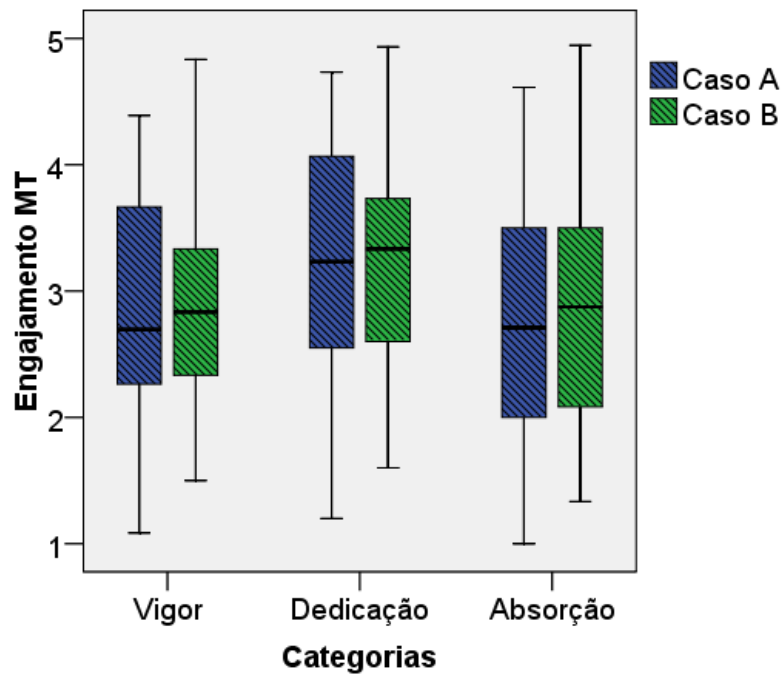


Figura 6.3: Boxplots comparativos das categorias do modelo de Engajamento do MT dentro dos Casos A e B.

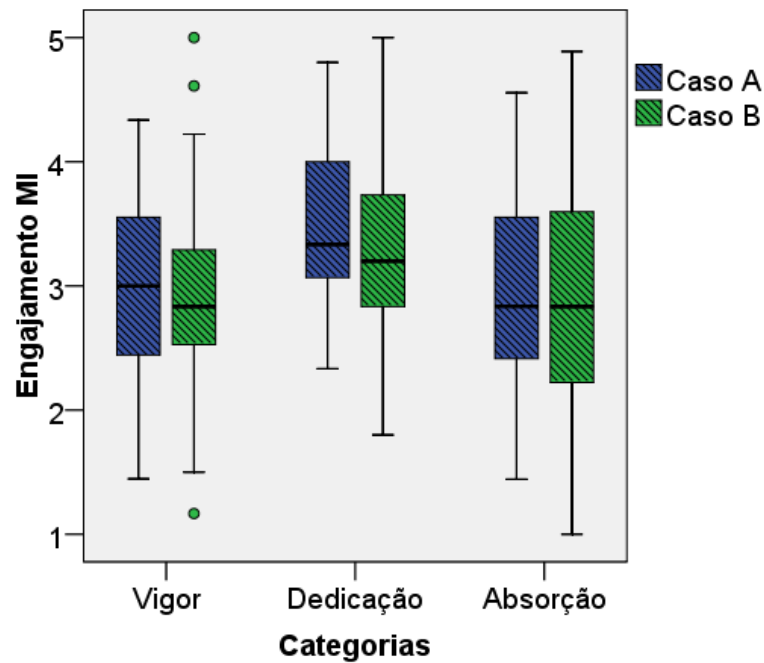


Figura 6.4: Boxplots comparativos das categorias do modelo de Engajamento do MI dentro dos Casos A e B.

Pelo teste t independente, não houve diferenças significativas entre as categorias de engajamento do MI nos dois casos estudados, *Vigor*, ($t = 0.612$, $p\text{-valor} = 0.542$), *Dedicação*, ($t = 1.219$, $p\text{-valor} = 0.227$) e *Absorção*, ($t = 0.218$, $p\text{-valor} = 0.828$).

6.1.5 Atitudes Pós-EI

Os boxplots da Figura 6.5 nos mostram que as categorias de atitudes, após o EI, apresentaram de modo geral, o mesmo padrão de distribuição nos dois casos estudados. Com exceção da categoria *Profissional*, que apresentou níveis moderados, todas as outras categorias apresentaram níveis positivos, sendo que a categoria *Gênero* apresentou uma positividade quase absoluta. Mesmo assim, podemos notar que a *Confiança*, o *Interesse* e a *Utilidade* foram levemente mais elevadas no Caso A, enquanto a categoria *Gênero* foi similar nos dois casos e a *Profissional* foi mais elevada no Caso B.

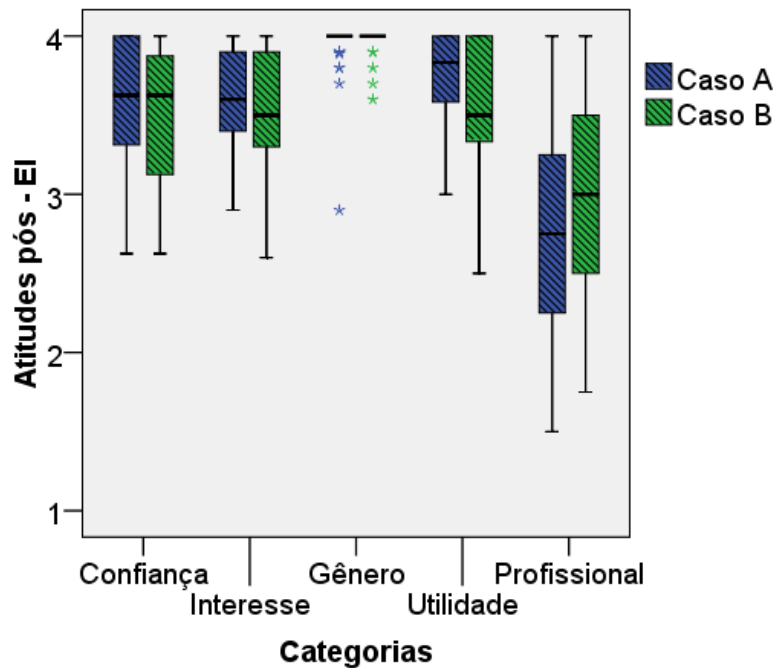


Figura 6.5: Boxplots comparativos das categorias do modelo de Atitudes pós-EI dentro dos Casos A e B.

O teste t de amostras independentes não apontou diferenças estatisticamente significativas entre as seguintes categorias de atitudes pós-EI nos dois casos estudados, *Confiança*, ($t = 0.600$, $p\text{-valor} = 0.551$), *Interesse*, ($t = 0.729$, $p\text{-valor} = 0.469$), *Gênero*, ($t = -0.214$, $p\text{-valor} = 0.831$) e *profissional*, ($t = -1.012$, $p\text{-valor} = 0.316$). Apenas a categoria *Utilidade* apresentou diferenças significativas, ($t = 2.486$, $p\text{-valor} = 0.019$), indicando que após o EI, o Caso A apresentou maiores níveis desta categoria.

O teste t independente realizado entre o delta calculado pela diferença dos momentos pré- e pós-EI, em cada caso, também não identificou diferenças significativas entre os dois casos estudados. Isto sugere que não houve diferença entre a mudança das atitudes ocorrida no Caso A e no Caso B.

6.1.6 Notas Finais de Desempenho

Os boxplots da Figura 6.6 revelam que, em ambos os casos estudados, as notas finais de desempenho dos discentes nos dois módulos seguiram o mesmo padrão. O MT apresentou notas mais baixas em relação ao MI. Contudo, enquanto no MI o Caso A apresentou resultados levemente melhores que o Caso B, no MT, apesar de a mediana do Caso B ser mais elevada, a dispersão presente no Caso A abrangeu mais valores positivos.

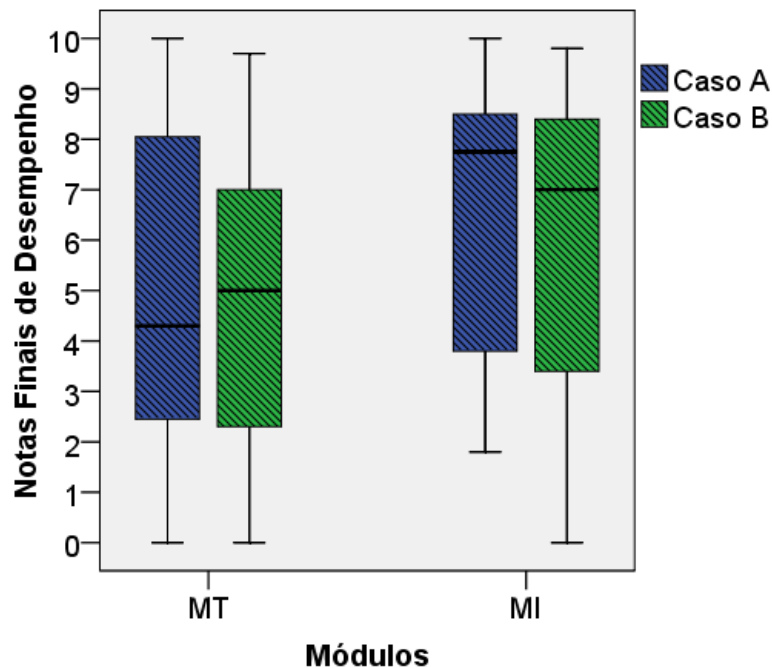


Figura 6.6: Boxplots comparativos das notas finais de desempenho obtidas em ambos os módulos MT e MI, dentro dos Casos A e B.

Pelo teste t de amostras independentes, não identificamos diferenças significativas nas notas finais de desempenho do MT e do MI entre os dois casos estudados, com resultados respectivamente de, ($t = 0.635$, $p\text{-valor} = 0.527$) e ($t = 1.260$, $p\text{-valor} = 0.211$).

Pelo teste qui-quadrado de independência, não houve associação entre os casos analisados e o índice de aprovação obtido no MT. O teste sugeriu que a diferença observada no percentual de aprovação maior no Caso B (54.54%) em relação ao

Caso A (42.30%), tem maior probabilidade de ter ocorrido ao acaso ($X^2(1) = 1.602$, $p\text{-valor} = 0.206$).

Em relação ao MI, o teste qui-quadrado de independência também não apontou associação entre o índice de aprovação obtido e os casos analisados. O teste sugeriu que a leve diferença observada no percentual de aprovação maior obtido no Caso A (62.8%), em relação ao Caso B (62.74%), provavelmente ocorreu por acaso ($X^2(1) = 0.000$, $p\text{-valor} < 0.996$).

6.2 Percepções de Aprendizagem

Esta seção realiza uma análise comparativa das percepções de aprendizagem dos conceitos e habilidades trabalhados ao longo de cada EI dos Casos A e B.

6.2.1 Conceitos

Em relação aos conteúdos abordados ao longo das unidades do MT de cada caso, notamos que em ambos, a primeira unidade apresentou os conceitos mais fáceis. Além disso, os níveis de dificuldade foram se tornando mais expressivos ao longo do semestre, apesar de manterem uma positividade nas duas primeiras unidades e moderação na última unidade. A Tabela 6.1 aborda os conceitos que mais se destacaram em termos de facilidade e dificuldade nos dois casos estudados.

Na primeira unidade do MT notamos que, de modo geral, nos dois casos os estudantes não apresentaram grandes dificuldades com os conteúdos trabalhados (A: 4.05 ± 0.58 , B: 3.95 ± 0.81). Mesmo assim, notamos que os níveis de dificuldade pareceram levemente maiores no Caso B. Vale lembrar da escala adotada de 1 (Muito difícil) à 5 (Muito fácil). Em ambos os casos, os conteúdos mais fáceis foram os de *Entrada e Saída de dados*, e os *Operadores de atribuição e aritméticos*, todos com níveis de facilidade destacáveis acima de 90%. Enquanto no caso A, o *Comando if...else* também apresentou destaque em termos de facilidade (facilidade de 87%), no Caso B, apesar do elevado nível de facilidade encontrado, este conteúdo não foi dos mais fáceis (facilidade de 70%). Em contrapartida, no Caso B encontramos o *Conceito de variáveis* e os *Operadores relacionais* com o mesmo nível de facilidade do *Comando if...else* do Caso A.

Ainda na primeira unidade, em ambos os casos, o conteúdo mais difícil encontrado foi o de *Loops aninhados*, com nível de dificuldade acima de 20% e regularidade acima de 35%. Nos dois casos também foram apontados como mais difíceis as estruturas de repetição, os *Comandos for e while* com os *Comandos break e continue*, todos com nível de dificuldade acima de 10%. Além deles, as *Expressões lógicas*, com grande regularidade no Caso A, (43%) e 15% de dificuldade no Caso B. Todos estes conceitos foram levemente mais difíceis no Caso B.

Na segunda unidade, alguns conceitos começaram a diferir entre os casos devido às particularidades de cada linguagem trabalhada. No Caso A, foi adotada a linguagem

Tabela 6.1: Tabela com os percentuais de facilidade e dificuldade dos conceitos que mais se destacaram dentro das percepções de aprendizagem dos estudantes nos Casos A e B.

Caso A		Caso B	
Facilidade	Dificuldade	Facilidade	Dificuldade
Entrada de Dados (97%)	Listas Encadeadas e operações (66%)	Operador de Atribuição (95%)	Funções recursivas (51%)
Operadores aritméticos (95%)	Ordenação de Vetores (56%)	Saída de Dados (92%)	Desenvolvimento dirigido por testes (46%)
Comando if...else (87%)	Funções recursivas (48%)	Entrada de Dados (90%)	Métodos de Ordenação (40%)
Variáveis locais e globais (75%)	Arquivos de texto (40%)	Operadores aritméticos (90%)	Matrizes (44%)
Vetores (75%)	Operações com ponteiros (30%)	Conceito de variáveis (87%)	Busca binária (33%)
Matrizes (75%)	Alocação dinâmica de memória (25%)	Operadores relacionais (87%)	Busca sequencial (29%)
Typedef (79%)	Loops aninhados (23%)	Arquivos de texto (74%)	Operações CRUD (29%)
Estruturas (64%)	Comando While (13%)	Conceito e manipulação de tuplas (68%)	Loops aninhados (25%)
Funções (60%)	Comando for, break e continue (10%)	Filas (65%)	Dicionários (23%)
Procedimentos (58%)		Lista/Vetores (63%)	Tratamento de exceções (23%)
Manipulação de Strings (50%)		Pilhas (63%)	Comando for (18%)
		Bibliotecas e funções de bibliotecas (63%)	Comando while, break e continue (15%)
		Processamento de Strings (55%)	Expressões lógicas (15%)
		Arquivos binários (52%)	Comando if aninhado (12%)

C e, no Caso B, a linguagem Python. No Caso A, os estudantes sentiram maior facilidade com as *Variáveis locais e globais* e os *Vetores e Matrizes*, com 75% de facilidade, além das *Funções e procedimentos*, com níveis acima de 55% de facilidade. Já no Caso B, os conteúdos mais fáceis englobaram o *Conceito e manipulação de tuplas*, *Bibliotecas e funções de bibliotecas*, as *Listas e vetores*, além das *Pilhas e Filas*, todos acima de 60% de facilidade. Vale notar que as *Funções e procedimentos*, bem como as *Variáveis locais e globais*, foram também pontuados como fáceis, por boa parte dos discentes, similar ao Caso A.

Em relação às dificuldades na segunda unidade, notamos níveis mais notórios em relação à primeira unidade, em ambos os casos (A: 3.53 ± 0.61 , B: 3.55 ± 0.83). Notamos que, em cada caso, as maiores dificuldades encontradas foram com os conceitos ligados diretamente às linguagens trabalhadas. No Caso A, foram apontados com destaque as *Operações com ponteiros* (dificuldade de 30%) e os *Arquivos de texto* (40%). A *Passagem de parâmetros por valor e por referência* também chamou atenção pelo seu nível de dificuldade, (25%). Enquanto isso, no Caso B, na segunda unidade não foram trabalhados os *Arquivos de texto*, contudo os discentes

apontaram como mais difíceis o *Desenvolvimento dirigido por testes: asserções e classes de equivalência*, (46% de dificuldade), seguido do *Conceito e manipulação de matrizes* (apontado como um dos conceitos mais fáceis no Caso A), com 44% de dificuldade. Ainda no Caso B, notamos que o *Tratamento de exceções* e o *Conceito e manipulação de dicionários* também obtiveram certo destaque, (dificuldade de 23%).

Na terceira unidade, continuamos a encontrar níveis mais notáveis de dificuldades em ambos os casos apesar ainda da moderação, (A: 3.24 ± 0.68 , B: 3.31 ± 0.84). Enquanto, no Caso A, as maiores facilidades apontadas foram com o uso do *Typedef* e das *Estruturas*, ambos com facilidade de 64%, no Caso B os estudantes apontaram maior facilidade com os *Arquivos de Texto e suas operações*, com 74% de facilidade. Vale notar que os arquivos de texto foram destacados em dificuldade na unidade 2 do Caso A, mas apesar de terem apresentado um menor nível de dificuldade nesta unidade, foram notavelmente mais fáceis no Caso B. No Caso B ainda encontramos o *Processamento de Strings* e os *Arquivos em modo binário* como destaques, ambos mais fáceis que no Caso A, com níveis de facilidade acima de 50%.

Tanto o Caso A quanto o Caso B apresentaram as *Funções recursivas* como difíceis, e os percentuais foram notáveis, (Caso A com dificuldade de 48% e Caso B com 51%). No caso A, além deste conteúdo, as *Listas encadeadas* foram as mais difíceis, com 66% de dificuldade. A *Ordenação de vetores* e os *Arquivos de Texto e Binários e suas operações* se destacaram pela grande moderação, acima de 40%, e a *Alocação dinâmica de memória* com um percentual de 25% de dificuldade. Enquanto isso, no Caso B, juntamente às *Funções recursivas*, os *Métodos de ordenação*, assim como no caso A, também se destacaram, com 40% de dificuldade. Além destes, os *Métodos de busca sequencial e binária*, bem como as *Operações CRUD em coleções de objetos*, com níveis de dificuldade acima de 25%.

6.2.2 Habilidades

As *Hard Skills* obtiveram uma percepção de aprendizagem, de modo geral, moderadamente fácil no Caso A, com médias ao longo do semestre entre os valores 3.46 ± 0.71 , 3.20 ± 0.65 e 3.62 ± 0.57) e positiva no Caso B, com médias ao longo dos problemas com valores de 3.58 ± 0.83 , 3.64 ± 0.71 e 3.76 ± 0.85 . Notamos que no primeiro caso, o nível de dificuldade foi maior no problema 2 do MI e menor no problema 3. Enquanto isso, no Caso B, o nível de dificuldade foi diminuindo ao longo dos problemas.

Para a maior parte da turma, nos dois casos estudados, não foi difícil escrever códigos e representar dados na linguagem adotada, com níveis de facilidade acima de 50%. No Caso B, foi ainda mais fácil para os discentes com a linguagem Python, que apresentou percentuais acima de 60%. Em relação a analisar e extrair as especificações do problema, em ambos os casos houve moderação, com maior facilidade no problema 3, (P3 com facilidade a partir de 50%). Tais habilidades também apresentaram níveis de facilidade maiores no Caso B. Quanto à habilidade de testar o

sistema, esta foi, de modo geral, fácil para boa parte dos discentes nos dois estudos, (facilidade no Caso A a partir de 50% e no Caso B 47%), embora notamos que, no Caso A, esta habilidade apresentou levemente um maior nível de facilidade. Enquanto isso, depurar o sistema pareceu moderadamente fácil nos dois casos, (ambos os casos com moderação acima de 40%).

As *Soft Skills* foram, de modo geral, moderadamente fáceis nos dois casos analisados, com médias ao longo do semestre entre os valores 3.38 ± 0.77 , 3.00 ± 0.74 e 3.23 ± 0.70 no Caso A e com valores de 3.50 ± 0.90 , 3.40 ± 0.84 e 3.60 ± 0.92 ao longo dos problemas do Caso B. No Caso A, o primeiro problema do MI apresentou o maior percentual de facilidade enquanto o Problema 2 foi o mais difícil. No Caso B, o Problema 3 foi o mais fácil enquanto o Problema 2 carregou maior moderação.

As habilidades de autogerenciamento e gerenciamento das atividades em grupo foram moderadamente fáceis nos dois estudos, (com percentuais de facilidade a partir de 25% no Caso A), contudo, pareceram levemente mais fáceis no Caso B, apesar dos percentuais de facilidade neste caso terem sido a partir de 23%. A atuação em grupo também pareceu fácil para os discentes nos dois casos. Já a comunicação e liderança pareceram moderadas, com valores de facilidade acima de 30% e levemente melhores no Caso B. Em relação ao espírito investigativo e uso da criatividade, podemos notar que no Caso B estas habilidades foram fáceis, a partir de 50% de facilidade, enquanto no Caso A, foram moderadas, com níveis de facilidade acima de 30%. Encontramos também uma moderação para a habilidade de organização de estratégias para solução dos problemas nos dois casos, sendo que esta habilidade foi levemente mais fácil no Caso B, com percentuais de facilidade a partir de 24% para o Caso A e 41% para o Caso B.

6.3 Modelos de Regressão e Correlações

Nesta seção comparamos os resultados obtidos, nos Casos A e B, para as correlações entre os sentimentos dos discentes e suas notas de desempenho por unidade/problema dos módulos MT e MI. Também comparamos as correlações entre os sentimentos e atitudes dos estudantes e suas notas finais de desempenho em cada módulo. Finalmente, realizamos também uma comparação entre os modelos de regressão linear múltipla encontrados em cada caso.

6.3.1 Correlações por Unidade/Problema

Ao analisar as correlações entre as categorias de motivação e o desempenho dos discentes por unidades do MT, observamos que em ambos os casos estudados, a *Confiança* e a *Satisfação* foram as únicas que apresentaram correlações significativas. No Caso A, estas duas categorias foram, de fato, as únicas significativas. A *Satisfação*, inclusive, apresentou correlações fortes em todas as unidades. Enquanto isso, no Caso B, observamos que estas duas categorias foram as únicas que apresentaram correlações médias e, em algumas unidades, significativas. O restante das categorias

de motivação, neste caso, apresentaram correlações fracas e não significativas com o desempenho.

Em relação às categorias de engajamento e as notas de desempenho por unidades do MT, observamos que a *Dedicação* foi a categoria que mais apresentou correlações notáveis nos dois casos estudados. No Caso A, esta categoria foi a que mais apresentou correlações significativas de efeitos médio/forte, apesar de não ocorrido em todas as unidades. Além dela, a *Absorção* também obteve uma correlação média e significativa na última unidade. O *Vigor*, apesar de não significativo, também apresentou uma correlação média nesta unidade. Já no Caso B, a *Dedicação* foi a categoria que também mais apresentou correlações de efeito médio, apesar de não ter ocorrido em todas as unidades. Também apresentou uma correlação significativa na primeira unidade. Diferente do Caso A, no Caso B, a categoria *Vigor* apresentou uma correlação média e significativa na primeira unidade.

Ao longo dos problemas do MI, de modo geral, em ambos os casos estudados, todas as categorias de motivação apresentaram correlações notáveis. Observamos que todas as categorias de motivação apresentaram correlações de efeito médio/forte e significativas nos Problemas 1 e 3 do Caso A. No Problema 2, apenas a *Atenção* apresentou um efeito médio e significativo. Enquanto isso, no Caso B, todas as categorias de motivação também apresentaram correlações significativas com as notas dos estudantes no Problema 2, e o mesmo ocorreu no Problema 3, com exceção da categoria *Relevância*. No Problema 1, apenas a *Satisfação* apresentou uma correlação significativa, apesar de a *Atenção* e a *Confiança* também terem apresentado correlações de efeito médio.

O engajamento no MI não apresentou muitas similaridades entre os dois casos estudados. Notamos que, no Caso A, o *Vigor* foi a única categoria que apresentou correlações médias em todos os problemas, e significativas no Problema 3. Além dele, a *Dedicação* apresentou uma correlação média e significativa também neste último problema. Já no Caso B, as categorias de engajamento não apresentaram nenhuma correlação significativa ao longo dos problemas. Notamos apenas a *Dedicação* e a *Absorção* com efeitos médios, mas não significativos no Problema 2.

6.3.2 Correlações Gerais

De modo geral, notamos que nos dois casos estudados, houve correlações significativas entre as categorias de motivação do MT, *Confiança* e *Satisfação*, com as notas finais de desempenho dos discentes. Nas categorias de motivação do MI, notamos correlações significativas também destas duas categorias, juntamente com a *Atenção*. No Caso A, observamos que todas as categorias de motivação do MT, com exceção da *Atenção*, apresentaram correlações médias/fracas e significativas com as notas finais dos estudantes. Enquanto isso, no MT do Caso B, apenas a *Confiança* e a *Satisfação* apresentaram correlações médias e significativas. Em relação ao MI, no Caso A, todas as categorias apresentaram correlações significativas e de efeito mé-

dio/forte com o desempenho final dos estudantes. Já no Caso B, apenas a *Atenção*, *Confiança* e *Satisfação* foram significativas e de efeito médio.

As correlações entre as categorias de engajamento, tanto do MT quanto do MI, com as notas finais de desempenho dos discentes nos respectivos módulos não apresentaram muitas similaridades nos dois casos estudados. No Caso A notamos correlações significativas e de efeito médio entre as categorias *Vigor* e *Dedicação* nos dois módulos e as notas finais dos discentes. No Caso B, não encontramos nenhuma correlação significativa, tanto no MT quanto no MI. Além disso, a única correlação média encontrada foi no MI, com a categoria *Vigor*, embora como dito anteriormente, não tenha sido uma correlação significativa. O restante das categorias apresentaram correlações fracas.

De modo geral, notamos que a atitude *Interesse* apresentou correlações significativas com as notas do MT nos dois casos estudados. No Caso A, além da correlação significativa de efeito médio do *Interesse*, notamos também a correlação significativa de efeito forte da *Confiança* com as notas finais do MT. O restante das categorias apresentaram correlações fracas. No Caso B, além da correlação significativa de efeito médio do *Interesse*, a categoria *Profissional* também apresentou uma correlação de efeito médio, apesar de não significativa. A correlação encontrada para a *Confiança* foi fraca no Caso B.

Enquanto isso, no MI, notamos que a categoria de atitude *Confiança* apresentou destaque nas correlações com as notas finais de desempenho dos dois casos estudados. No Caso A, houve uma correlação média e significativa da *Confiança* com as notas finais do MI. Além desta, a categoria *Utilidade* apresentou uma relação também de efeito médio, apesar de não significativa. Já no Caso B, não houve nenhuma correlação significativa, porém encontramos relações médias para as categorias *Confiança* e *Interesse*.

6.3.3 Modelos de Regressão

Para as categorias de motivação e as notas finais de desempenho do MT, encontramos modelos significativos nos dois casos estudados. No Caso A, o modelo apresentou uma capacidade de previsão de 45.4%, com a *Confiança* e a *Satisfação* apresentando as maiores contribuições do modelo, 29.3% e 10.7%, respectivamente. A *Satisfação*, inclusive, foi a única categoria significativa do modelo. No Caso B, o modelo foi capaz de prever 23.3% das notas de desempenho do MT e apesar de nenhuma categoria significativa, a *Confiança* apresentou a maior contribuição do modelo, 14.8%.

Em relação às categorias de motivação e as notas finais do MI, também encontramos modelos significativos nos dois casos estudados. No Caso A, o modelo apresentou uma capacidade de previsão das notas finais do MI de 30.7%. Apesar de nenhuma categoria significativa, as categorias *Confiança* e *Satisfação*, mais uma vez, foram as mais contributivas do modelo, com 16.5% e 13.0%, respectivamente. No Caso B, o modelo apresentou uma capacidade de previsão de 39.8% sobre as notas finais

do MI. A *Confiança* e a *Atenção* foram as categorias que apresentaram as maiores contribuições no modelo, respectivamente de 20.5% e 12.5%, respectivamente. Além disso, a *Atenção*, *Relevância* e *Confiança* foram significativas no modelo.

As categorias de engajamento não apresentaram modelos significativos capazes de prever as notas finais de desempenho do MT em nenhum dos casos estudados. Mesmo assim, no Caso A, o modelo encontrado apresentou uma capacidade de previsão de 14.6%, com a categoria *Dedicação* sendo a única significativa e com a maior contribuição do modelo, 9.0%. No Caso B, o modelo apresentou uma capacidade de previsão de 10.1% e apesar de nenhuma categoria significativa, a *Dedicação* apresentou a maior contribuição do modelo, com 8.6%.

Quanto às categorias de engajamento e as notas finais de desempenho do MI, encontramos um modelo significativo no Caso A, porém não encontramos um modelo significativo no Caso B. No primeiro caso, o modelo significativo, foi capaz de prever 33.8% das médias finais de desempenho do MI. Apesar de as categorias *Vigor* e *Absorção* terem sido significativas, a *Dedicação* e a *Absorção* foram as mais contributivas do modelo, 21.4% e 10.8%, respectivamente. No Caso B, apesar de não significativo, o modelo encontrado foi capaz de prever 12.8% das notas finais do MI. Mesmo não havendo categorias significativas, o *Vigor* apresentou a maior contribuição do modelo, 8.1%.

Para as categorias de atitudes, não foi possível realizar o teste de regressão linear múltipla no Caso B, devido ao não atendimento dos critérios para este teste. Apesar disso, no Caso A encontramos um modelo significativo capaz de prever 43.6% das notas finais de desempenho do MT, com a *Confiança* apresentando a maior capacidade de previsão do modelo, com 38.5%.

6.4 Análise das Comparações

Esta seção realiza uma análise das comparações realizadas neste capítulo entre os resultados obtidos nos Casos A e B, por meio das duas últimas questões de pesquisa deste trabalho.

6.4.1 O quanto a mudança da linguagem de programação, de C para Python, afeta os sentimentos de motivação, engajamento e atitudes dos estudantes ao longo de uma disciplina de CS1?

Analisando a comparação dos sentimentos dos discentes nos dois casos estudados neste trabalho, o primeiro caso abordando a linguagem C e o segundo, Python, não foi possível afirmar a existência de diferenças com a mudança da linguagem. Os testes t de amostras independentes não detectaram mudanças significativas nos sentimentos e atitudes dos estudantes. Além disso, pela análise dos boxplots, notamos

que, nos dois estudos realizados, todas as categorias de motivação e engajamento, tanto no MT quanto no MI, e as categorias de atitudes após o EI, seguiram o mesmo padrão de distribuição. Isto sugere que possivelmente, a mudança da linguagem de programação, de C para Python, não necessariamente afeta os sentimentos dos discentes. Vale ressaltar que até mesmo os modelos de regressão encontrados destacaram, de modo geral, as mesmas variáveis, revelando similaridades na expressão dos sentimentos dos estudantes nos dois casos. É interessante notar que mesmo numa abordagem híbrida, na qual temos uma disciplina teórica e uma disciplina baseada em PBL, o uso de linguagens distintas não ocasionou em diferenças nos sentimentos e atitudes.

Apesar de notarmos que, no MT, os níveis de motivação foram levemente maiores no Caso A e, no MI, discretamente maiores no Caso B, vimos, pelos testes t independentes, que estas variações não foram significativas. De fato, a motivação nos dois casos estudados seguiu o mesmo padrão de distribuição em ambos os módulos. A *Atenção* foi sempre moderada e levemente maior no MI. A *Relevância* foi sempre positiva e maior no MT e a *Confiança* e *Satisfação* foram de modo geral, positivas no MT e moderadas no MI. Vale notar que os níveis de cada categoria e suas alterações, apresentaram variações de acordo com o módulo em questão. Assim podemos sugerir que a mudança da linguagem não ofereceu maiores ou menores níveis de satisfação ou até mesmo relevância, mesmo considerando, por exemplo, as diferentes experiências em programar com C e com Python ou a devida relevância de cada linguagem no mercado de trabalho.

Enquanto, no MT, os dois casos apresentaram distribuições para as categorias de engajamento, de modo geral, equivalentes, no MI, notamos que o engajamento no Caso A foi levemente maior. Mesmo assim, estes níveis também foram similares e seguiram o mesmo padrão de distribuição nos dois casos estudados, tanto no MT quanto no MI. Os testes t de amostras independentes, de fato, mostraram que não houve diferenças significativas entre os dois casos. Nos dois módulos, notamos que os níveis das categorias de engajamento permaneceram moderados em ambos os casos. Mesmo assim, a *Dedicação* obteve sempre os níveis mais elevados, com tendência à positividade, tanto no MT quanto no MI. Já a *Absorção* se manteve moderada, mas com leve tendência à negatividade no MT. Isto sugere que os níveis de engajamento podem sofrer pouca interferência do método de ensino ou linguagem adotada. Talvez este sentimento possa estar mais atrelado ao perfil do estudante ou a outras características do processo de aprendizagem não abordados neste trabalho.

Em relação às atitudes após o EI, os testes t de amostras independentes também mostraram que não houve mudanças significativas para a maior parte das categorias, entre os Casos A e B. Observamos também que as distribuições nos dois casos foram similares. A *Confiança*, o *Interesse* e a *Utilidade* foram positivas e levemente mais elevadas no Caso A. Vale lembrar que a *Utilidade* apresentou diferenças significativas entre os casos estudados, indicando que o Caso A obteve, de fato, níveis mais elevados desta categoria. Em relação ao *Gênero*, este foi positivo quase em sua totalidade e similar nos dois casos, enquanto a categoria *Profissional* foi moderada

e mais elevada no Caso B. É interessante observar que após o EI, no Caso A, os discentes apresentaram melhores perspectivas de *Utilidade*, indicando que, no caso com a linguagem C, houve uma crença maior de que os conhecimentos e o domínio das habilidades de computação seriam importantes para garantir um bom emprego e alcançar objetivos de carreira. Isto pode estar relacionado talvez ao fato de a linguagem C ser rica em recursos avançados, complexos inclusive, tal como resgatado por Brilliant e Wiseman (1996), e isto ocasionar em uma maior associação à garantia de um bom emprego e consonância com objetivos de carreira, muito embora Python ofereça uma boa empregabilidade no mercado, tal como pontuado por (Kruglyk e Lvov, 2012).

6.4.2 Há diferença na aprendizagem dos estudantes ao mudar a linguagem de programação de C para Python?

A partir dos resultados obtidos neste trabalho, não foi possível afirmar que existe diferença nos resultados de aprendizagem dos discentes ao mudar a linguagem de programação adotada. Os testes t de amostras independentes não detectaram diferenças estatisticamente significativas entre as notas finais de desempenho obtidas nos dois módulos, em ambos os casos estudados. Os boxplots das notas finais de desempenho também revelaram que as distribuições nos dois casos seguiram o mesmo padrão.

Notamos, nos Casos A e B, que o MT obteve resultados sempre mais baixos em relação ao MI. Além disso, apesar de os índices de aprovação no MT terem sido mais elevados no caso B e, no MI, terem sido discretamente mais elevados no Caso A, os testes qui-quadrado também indicaram que estas diferenças provavelmente ocorreram por acaso. Isto é de certa forma similar ao encontrado por Wainer e Xavier (2018) em seu estudo, quando também encontraram índices de reprovação menores com a linguagem Python apesar de não serem significativos.

No que se refere às percepções de aprendizagem, também não notamos diferenças notáveis entre os Casos A e B. Em relação aos conceitos, as médias das unidades de cada caso foram similares e, de modo geral, os estudantes não apresentaram grandes dificuldades ao longo das unidades. Foi possível observar que os conteúdos mais fáceis e mais difíceis no Caso A apresentaram percentuais maiores que os do Caso B. Os maiores níveis de facilidade e dificuldade encontrados ocorreram em geral com os mesmos conteúdos trabalhados na primeira unidade. Contudo, com o passar das unidades alguns conceitos começaram a diferir uma vez que começaram a entrar em destaque as particularidades de cada linguagem. Alguns dos conteúdos mais difíceis em comum foram os *Loops aninhados*, as *Funções recursivas* e os *Métodos de ordenação*. Ao mesmo tempo, também encontramos certas particularidades de cada linguagem se sobressaindo. Enquanto os estudantes com a linguagem C sentiram dificuldades, por exemplo, com as *Operações com ponteiros*, conteúdo realmente apontado como complexo por Brilliant e Wiseman (1996), e *Listas encadeadas*, os discentes do Caso B, com a linguagem Python, sentiram dificuldades com o *Desen-*

volvimento dirigido por testes, Manipulação de dicionários e Operações CRUD. Ao mesmo tempo, notamos conceitos que apresentaram destaque de dificuldade em C mas foram mais fáceis em Python, como os *Arquivos de Texto e suas operações*, e mais difíceis em Python porém fáceis em C, como as *Matrizes*. Isto revela que algumas características de uma dada linguagem podem oferecer um maior ou menor nível de facilidade em relação às de outra linguagem. Contudo, também podemos inferir sobre alguns conceitos comuns que oferecem grande dificuldade, independente da linguagem trabalhada. Notamos que tais conceitos geralmente requerem um maior nível de abstração e entendimento dos algoritmos bem como do funcionamento do programa e da memória.

Quanto às habilidades, notamos que tanto as *Hard Skills* quanto as *Soft Skills* apresentaram níveis de facilidade levemente maiores no Caso B. As habilidades avaliadas pelos discentes, apresentaram, quase todas, níveis de facilidade relativamente maiores no Caso B. Habilidades como *Escrever códigos e representar dados na linguagem adotada* e *Atuação em grupo* foram consideradas fáceis nos dois casos estudados. Contudo, notamos níveis de facilidade moderados em habilidades como *Análise e extração de especificações dos problemas*, *Autogerenciamento e gerenciamento do grupo*, *Comunicação e Liderança* e *Organização de estratégias para solução dos problemas*. Além das habilidades terem sido, em sua maior parte, relativamente mais fáceis no Caso B, algumas foram moderadas no Caso A, mas fáceis no Caso B, tais como o *Espírito investigativo e uso da criatividade*. Isto pode ter ocorrido pelo fato de a linguagem Python apresentar uma sintaxe um pouco mais simples, tal como exposto por Wainer e Xavier (2018), e isto conceder aos discentes uma maior facilidade, ou sensação de facilidade, no desenvolvimento de seus códigos e maior liberdade de atuação e criatividade. Mesmo assim, é possível observar que muitas habilidades não foram tão fáceis mesmo com Python, isto porque demandam um maior nível de amadurecimento e experiência.

Capítulo 7

Discussão

Este capítulo realiza uma discussão geral dos resultados alcançados neste trabalho. Em seguida, apresenta as lições aprendidas tanto com a metodologia de pesquisa aplicada quanto com os resultados obtidos. Finalmente, são apresentadas também algumas das possíveis ameaças à validade desta pesquisa.

7.1 Visão Geral

Esta seção realiza uma discussão geral, com uma perspectiva de mais alto nível, sobre os resultados apresentados nos capítulos anteriores. Utilizamos as questões de pesquisa deste trabalho para guiar a discussão a seguir.

7.1.1 Como os sentimentos de motivação, engajamento e atitudes se expressam em uma abordagem de CS1 que combina teoria e PBL?

Nesta pesquisa, fomos capazes de verificar a boa associação entre a abordagem de ensino baseada em aulas teóricas e a baseada em PBL. Também observamos que cada uma reflete de maneira diferenciada a motivação dos discentes. A abordagem híbrida parece ter o potencial de manter os estudantes, de modo geral, motivados. Isto é, de certa forma, similar a outros estudos que abordam uma motivação positiva com a adoção do método PBL (Caceffo et al., 2018; Nuutila et al., 2005). Contudo, notamos que o engajamento em nosso estudo não foi expressivo. Pelo contrário, permaneceu moderado e sem grandes variações em ambos os métodos de ensino. Isto nos sugere que talvez a abordagem adotada não tenha grande influência sobre o engajamento. Por outro lado, os estudantes já apresentavam atitudes positivas em relação à computação e isto permaneceu mesmo após passarem pelo EI de Algoritmos. Assim, podemos dizer que a abordagem adotada parece ter um bom potencial em manter atitudes positivas em relação à computação. Isto traz uma perspectiva

um pouco melhor que a encontrada por Settle et al. (2015) ao investigarem mudanças nas atitudes de estudantes após cursarem uma disciplina de CS1 e encontrarem uma diminuição na confiança dos discentes.

Considerando as categorias de motivação, a partir de nosso trabalho, podemos dizer que a *Atenção* tende a ser um pouco mais elevada no MI, onde, de fato, os discentes precisam manter sua participação ativa e os problemas estimulam sua atenção. Já no MT, fica a cargo do professor guiar as aulas e criar elementos capazes de estimular e captar a atenção e a curiosidade dos discentes, os quais costumam tornar-se passivos. Isto levanta a oportunidade de pensar sobre possíveis soluções para alimentar a atenção dos estudantes. Gomes et al. (2018) mediram também a motivação dos estudantes de um curso introdutório de CS1 utilizando os instrumentos do modelo ARCS e, ao se depararem com valores mais baixos de atenção, também apontaram a importância em buscar melhorar os aspectos ligados a esta categoria. Enquanto isso, notamos que as aulas teóricas parecem carregar maior *Relevância*. Realmente, elas proveem aos estudantes os conhecimentos de que precisam no MI para solucionar os problemas. Além disso, com o auxílio do professor, pode ser mais fácil estabelecer conexões entre os conteúdos e a realidade da turma. Observamos que a *Confiança* e a *Satisfação* parecem ser mais sensíveis e variáveis no MI. Possivelmente respondem aos níveis de dificuldade e resultados deste módulo. Além disso, o MT pareceu estabelecer mais confiança. Neste módulo, os discentes tem o suporte do professor. No MI, por outro lado, eles estudam e buscam soluções por conta própria. Ao mesmo tempo, ambos os módulos parecem conseguir estimular bons níveis de satisfação com o que se está aprendendo e desenvolvendo.

Em relação ao engajamento, a *Dedicação* parece ser relativamente bem estimulada, possivelmente pelo desafio e propósito estabelecido pela combinação dos módulos. No entanto, notamos que concentração e imersão não parecem ser fortes entre os discentes e, por esta razão, talvez os níveis de *Absorção* sejam mais baixos. Assim, podemos dizer que, possivelmente, este método híbrido não tenha sido capaz de estimular fortemente as dimensões do engajamento, principalmente as dimensões cognitiva e comportamental.

No que concerne às atitudes, a abordagem híbrida também parece ter um potencial em manter os discentes confiantes. Mesmo assim, é importante salientar que deve existir uma cautela quanto aos graus de dificuldade providos, a fim de não abalar tal *Confiança* dos estudantes. Esta cautela também deve existir no intuito de preservar o interesse dos discentes. O *Interesse*, por sua vez, também parece ser bem trabalhado em termos de oferecer desafios e problemas nesta abordagem. A *Utilidade*, tal como a *Relevância* da motivação, também parece ser bem trabalhada neste método, que demonstra a capacidade de criar e manter o senso de importância das habilidades de computação. No entanto, percebemos que, possivelmente, o trabalho árduo e as dificuldades encontradas podem alimentar a ideia estereotipada de baixa popularidade de estudantes da computação e de uma vida em frente às telas dos computadores. Esta perspectiva chama a atenção quando pensamos sobre as percepções estereotipadas carregadas pela computação. Em um estudo sobre as razões

que podem levar estudantes com aptidão para a computação a não escolherem tal área, Carter (2006) encontrou, como uma das principais razões, justamente o fato de que ,para boa parte destes estudantes, cientistas da computação trabalham o dia inteiro programando e na frente de computadores.

7.1.2 Como o desempenho dos estudantes se expressa em uma abordagem que combina teoria e PBL?

Os resultados dos discentes também permitiram verificar a existência de uma boa associação entre os módulos teórico e integrador. Contudo, notamos que o desempenho acadêmico dos estudantes parece se manter mediano dentro desta abordagem de ensino. Mesmo assim, notamos que o MI, com o uso do método PBL, parece possuir um potencial maior de aprovação e permite a obtenção de melhores notas de desempenho. Os trabalhos de Ambrósio e Costa (2010), Razak (2013) e Medley (2007) também encontraram melhoras relativas no desempenho dos estudantes em disciplinas de CS1 ao passarem por métodos de ensino baseados em problemas, em comparação a estudantes que passaram por métodos tradicionais de ensino. Realçamos aqui as múltiplas e constantes formas de avaliação do PBL em contraste a uma única avaliação de tempo limitado da disciplina teórica.

Em relação às percepções de facilidade, os estudantes parecem não desenvolver, de modo geral, grandes dificuldades com os conteúdos. Ainda assim, notamos alguns conceitos que podem ser percebidos como mais complexos, geralmente aqueles que demandam um maior nível de abstração ou um maior entendimento do funcionamento do programa e da memória em tempo de execução, tais como os laços, ponteiros, testes e funções recursivas. No caso das habilidades trabalhadas no MI, em relação às *Hard Skills*, observamos que as mais complexas tendem a ser aquelas que demandam por uma maior abstração e visão mais aprofundada sobre o problema e código, tais como a depuração e análise e extração de especificações dos problemas. Já as *Soft Skills* mais difíceis parecem ser aquelas que exigem um maior amadurecimento e capacidade de administração, tais como as habilidades de liderança e gerenciamento do problema e da equipe. Estas habilidades podem ser complexas considerando o contexto de estudantes novatos.

7.1.3 Qual a relação entre os sentimentos dos estudantes e seus resultados de aprendizagem em uma abordagem de CS1 que combina teoria e PBL?

Em nossa pesquisa verificamos que a motivação é capaz de prever as notas de desempenho dos estudantes, tanto no módulo teórico quanto no integrador. Isto é similar ao encontrado por Gomes et al. (2018) ao realizarem o teste de regressão múltipla das categorias do modelo ARCS com o desempenho dos discentes de um curso de CS1, apesar de lá não ser explicitado o método de ensino adotado. Por outro lado, de modo geral, o engajamento parece não apresentar uma capacidade de previsão notó-

ria sobre os resultados de aprendizagem, principalmente do MT. Quanto às atitudes, nossos resultados não foram capazes de trazer inferências conclusivas à respeito de sua capacidade preditiva sobre o desempenho dos estudantes.

Apesar da importância de todas as categorias da motivação, as categorias *Confiança* e *Satisfação* parecem se destacar na relação com as notas de desempenho em ambos os módulos desta abordagem de ensino. Gomes et al. (2018) também encontraram destaque para estas duas categorias em seu estudo mencionado acima, apesar de não ser clara a abordagem de ensino adotada. Além delas, a *Atenção* também possui uma relação de destaque com o MI mas não tanto com o MT. Isto nos mostra que é importante manter os estudantes confiantes e satisfeitos, seja na dosagem equilibrada das dificuldades, provimento de *feedback* constante ou na realização de avaliações justas, por exemplo. Também nos revela o quanto a atenção é parte essencial do processo de avaliação no método PBL.

Mesmo a capacidade de previsão do engajamento sobre os resultados dos discentes não sendo notória, podemos dizer que a *Dedicação* e o *Vigor* parecem ter certa relação com os resultados de aprendizagem. Assim, elementos como a perseverança e resiliência dos discentes, assim como o significado e propósito atribuído aos estudos também parecem estar associados às notas de desempenho.

Da mesma forma em relação às atitudes, ainda que com capacidade de previsão inconclusiva, podemos dizer que a *Confiança* e o *Interesse* parecem estar bem relacionados ao desempenho dos discentes. Assim, ressaltamos a importância em manter os estudantes confortáveis e confiantes em aprender os conteúdos e obter sucesso, assim como é importante também que eles gostem do que estudam e possam associar o que aprendem com seus objetivos.

7.1.4 O quanto a mudança da linguagem de programação, de C para Python, afeta os sentimentos de motivação, engajamento e atitudes dos estudantes ao longo de uma disciplina de CS1?

Com base nos resultados alcançados neste trabalho, não encontramos diferença na motivação e engajamento dos estudantes ao aprenderem programação utilizando C ou Python. A manifestação da motivação parece seguir o mesmo padrão tanto no uso da linguagem C quanto no uso de Python. Da mesma forma, o engajamento parece se manifestar de maneira similar no uso de ambas as linguagens.

Em relação às atitudes, apenas a *Utilidade* foi mais elevada no uso da linguagem C em relação a Python. Isto sugere que possivelmente o uso da linguagem C pode estar associado à crença de que os conhecimentos e habilidades da computação são importantes na garantia de um bom emprego e no alcance dos objetivos de carreira dos estudantes. Isto, porém, merece investigação adicional.

7.1.5 Há diferença na aprendizagem dos estudantes ao mudar a linguagem de programação de C para Python?

Os resultados deste trabalho não encontraram diferença no desempenho dos discentes ao vivenciarem a abordagem híbrida com C ou com Python, mesmo havendo no MT percentuais de reprovação relativamente menores com a linguagem Python. Em um experimento controlado comparando as linguagens C e Python em um curso de CS1, Wainer e Xavier (2018) também encontraram percentuais de reprovação menores nas turmas com Python, apesar destes percentuais também não terem sido significativos.

Em relação às percepções de aprendizagem, as dificuldades com os conteúdos parecem ser similares, apesar de cada linguagem também trazer suas particularidades e dificuldades associadas. Mesmo assim, os maiores desafios em cada linguagem ocorrem quando os conceitos demandam um maior nível de abstração ou entendimento mais aprofundado dos algoritmos e do funcionamento do programa e da memória em tempo de execução. Quanto às habilidades, apesar das similaridades em termos de facilidade e dificuldade, a linguagem Python pareceu oferecer um nível de facilidade levemente maior que a linguagem C. Isto talvez tenha ocorrido pelo fato de a linguagem Python apresentar uma sintaxe relativamente mais simples, tal como considerado também por Wainer e Xavier (2018).

7.2 Lições Aprendidas

Neste trabalho pudemos encontrar algumas lições relacionadas aos métodos de pesquisa adotados. Estas lições dizem respeito aos aprendizados que tivemos ao executar a metodologia de pesquisa definida em nosso estudo. Outras lições incluem aprendizados ligados ao processo de ensino-aprendizagem com a adoção de uma abordagem híbrida que combina teoria e PBL. Além disso, também incluímos aprendizados relacionados aos resultados de desempenho e sentimentos dos estudantes descritos nos Capítulos 4, 5 e 6. Estas lições são abordadas nas subseções a seguir.

7.2.1 Lições Metodológicas

Em nosso estudo, verificamos que **a coleta de dados ao longo das unidades pode ser desnecessária** e assim, talvez coletas estratégicas antes e ao final do período letivo possam ser suficientes para gerar dados sintetizados e significativos. Por outro lado, pode ser que o objetivo do pesquisador seja, de fato, avaliar os resultados em cada unidade específica e/ou verificar o progresso gradual dos estudantes. Nestes casos, pode ser útil a coleta por unidade. Contudo, vale mencionar que quanto maior a quantidade de dados a processar, maior o condensado de informações, porém o processamento e a análise dos dados também se tornam mais extensos. Cabe ao pesquisador avaliar seus objetivos e necessidades.

Outra observação sobre nosso estudo é que **a mensuração de tantas variáveis torna os questionários extensos e mais propensos a falhas**. Notamos que

quanto mais variáveis, maiores os questionários e isto pode levar a erros nas respostas dos estudantes que por vezes pulam uma ou mais questões. Isto acaba invalidando certas respostas para as categorias de determinada variável, podendo ser necessário remover tais categorias respondidas por aquele estudante do processo de análise, o que pode ser prejudicial à pesquisa. Além disso, considerando questionários respondidos em papel, uma quantidade maior de questões pode ocasionar em maiores chances de erros pelo pesquisador ao passar tais dados para o meio digital. Assim, torna-se necessário realizar checagens sucessivas dos conteúdos digitalizados a fim de minimizar possíveis erros. Também sugerimos que talvez seja interessante prover questionários digitais com a oferta de pontuações extras aos respondentes, a fim de estimular a participação dos estudantes.

Também percebemos que, ainda que o estudo seja quantitativo, **é interessante que o pesquisador acompanhe ocasionalmente as turmas** e observe o andamento dos estudantes, neste tipo de pesquisa. Isto permite ao pesquisador imergir no cenário e ter a capacidade de compreender e atestar melhor os resultados obtidos com as análises quantitativas. Além disso, provê maior segurança ao averiguar certos resultados compatíveis ou incompatíveis com a realidade da turma observada, o que leva a uma visão crítica capaz oferecer possíveis explicações para tais resultados.

Em nosso estudo, notamos que o engajamento não foi tão expressivo e nem mesmo capaz de prever tanto as notas dos discentes. Isto nos leva a refletir sobre a possível necessidade de **buscar mensurar o engajamento dos estudantes também por outros instrumentos e métodos** a fim de prover análises mais voltadas para o perfil de engajamento sobre o comportamento em sala de aula e sobre as atividades realizadas. Isto pode ser feito por meio do uso de protocolos de observação baseados no comportamento dos estudantes, tal como feito por Kothiyal et al. (2013), ou baseados em outras dimensões do engajamento. Além disso, pode-se buscar instrumentos focados em medir o quanto os estudantes participam e se empenham em atividades associadas à aprendizagem, como é caso do NSSE (*North American National Survey of Student Engagement*), um instrumento utilizado anualmente nos Estados Unidos e Canadá com este propósito.

7.2.2 Lições de Ensino-Aprendizagem

A estratégia de manter o módulo teórico um passo atrás do módulo integrador ajuda a estimular as habilidades autônomas de aprendizado e busca de conhecimento dos discentes. Ainda assim, o atraso no MT deve ser dosado adequadamente a fim de não causar danos ao aprendizado. Isto porque os discentes podem sentir maiores dificuldades com certos conteúdos e isto pode atrasar o desenvolvimento das soluções do PBL, diminuir a motivação dos estudantes ou promover a criação de equívocos sobre os conceitos. Ao mesmo tempo, abordar os conteúdos sem dar espaço suficiente para que os estudantes possam buscar pela aprendizagem sozinhos pode comprometer tanto o desenvolvimento de suas habilidades autônomas quanto o contato prévio com os conteúdos que pode facilitar um

melhor entendimento posterior.

Observamos também que **deve haver um design cuidadoso dos problemas**. Uma vez que constituem o estímulo à aprendizagem e fornecem os desafios que promovem a motivação, os problemas devem carregar um nível de dificuldade adequado, nem muito fácil, nem muito difícil, pois ambos os extremos podem afetar a motivação e a vontade de prosseguir nos estudos. Ao mesmo tempo, os problemas também não devem ser muito longos, pois isto pode promover um desgaste e cansaço nos estudantes, principalmente se o problema for muito complexo.

Em nosso estudo, observamos que **as aulas teóricas e os tutoriais têm qualidades complementares entre si**. Nas aulas teóricas, os estudantes conseguem sanar suas dúvidas com o suporte do professor. Enquanto isso, nos tutoriais, eles aprendem a buscar o conhecimento de que precisam e tentam aprender por conta própria, o que estabelece, no mínimo, um primeiro contato com o conteúdo, além de levantar dúvidas. Da mesma forma, enquanto, nas aulas teóricas, os discentes aprendem por meio da exposição e detalhamento dos conteúdos e solução de pequenos exemplos com o auxílio do professor, nos tutoriais, eles põem em prática o que aprendem por meio de problemas mais elaborados, fortalecendo o aprendizado. Nas aulas teóricas, pode ser mais fácil para os estudantes associarem o que aprendem com coisas que já conhecem, uma vez que o professor pode estabelecer essa conexão. Já nos tutoriais, os estudantes enxergam utilidade naquilo que aprendem por meio de problemas bem contextualizados.

7.2.3 Lições dos Resultados

Observamos, em nosso estudo, **a relevância que PBL traz para a disciplina teórica e a relevância do próprio EI como um todo**. Tanto os resultados estatísticos encontrados quanto as observações realizadas em sala de aula revelaram o quanto os estudantes buscam no professor da disciplina teórica o suporte para compreender o que precisam para solucionar os problemas do MI. Além disso, notamos o quanto o EI em si é relevante para os estudantes, e isto pode estar associado justamente ao fato de que os módulos e conteúdos do EI estão diretamente ligados ao curso escolhido pelos discentes.

Notamos também que **a participação/atenção dos estudantes ocorre de maneira diferenciada nas aulas teóricas e nas sessões PBL**. Pelas observações realizadas nas aulas teóricas, a participação dos estudantes se limita a pequenos grupos mais ativos na sala de aula. Estes grupos tiram dúvidas e ajudam na solução dos pequenos exemplos trazidos pelo professor. Contudo, nem todos os estudantes participam ativamente. Nos tutoriais, por outro lado, os estudantes são avaliados por sua participação e isto induz até mesmo aqueles mais tímidos a ter pelo menos alguma atuação, ainda que sutil. Isto mostra a essência do método PBL, que demanda participação ativa da turma, uma vez que são definidos papéis para cada um durante as sessões. Além disso, sem as discussões e contribuições dos próprios estudantes, não haveria fluxo nos encontros e estas discussões provêm justamente dos

problemas que, quando bem elaborados, trazem estímulos à atenção dos estudantes. Neste sentido, identificamos em nosso estudo que talvez seja interessante investir em possíveis estímulos nas aulas teóricas, a fim de reter a atenção e participação da turma.

A confiança e satisfação são importantes e devem ser estimuladas. Isto pode ser feito por meio do provimento constante de *feedback* às turmas. É importante que o estudante saiba como anda o seu aprendizado para que ele possa verificar seus pontos fortes e fracos e, assim, ser capaz de sentir orgulho de seu progresso e saber onde investir mais esforços. Além disso, é importante que os exercícios, problemas e avaliações sejam bem elaborados, como dito acima, com uma dosagem equilibrada de dificuldade no intuito de manter os discentes crentes em sua capacidade de solucionar problemas e sentirem orgulho de seus resultados. Outra forma de estimular a confiança e satisfação das turmas pode ser por meio da introdução de elementos lúdicos e condizentes com o perfil e cotidiano da turma, tornando as aulas e atividades mais prazerosas e confortáveis.

Neste estudo, verificamos que **os estudantes não demonstraram ter um perfil muito concentrado**. Isto, no entanto, merece maiores investigações. Contudo, notamos níveis de concentração baixos nos dois casos analisados, onde para muitos estudantes não era difícil se desligar de seus estudos. Isto pode acontecer talvez pelo fato de que as gerações atuais crescem com inúmeros estímulos simultâneos e em um meio fortemente governado pela tecnologia e internet, que tornam tudo mais rápido e prático. Carr (2011) sugere que a internet e a tecnologia trazem benefícios mas também parecem carregar um preço, de uma mudança no processo do pensamento e da mente linear, focada e sem distrações, para uma mente que precisa absorver informações o mais rápido possível. Ou seja, uma diminuição da capacidade de concentração, mas uma adaptação ao modo veloz como a informação é distribuída pela internet. Assim, para esta geração, pode ser mais difícil manter o foco em uma única atividade de tempo prolongado, seja numa sala de aula, na leitura de um livro que demanda tempo e esforço para compreensão e absorção do conhecimento ou no desenvolvimento de uma solução para um problema complexo.

A linguagem de programação adotada, seja C ou Python, é capaz de prover desafios para os estudantes que estão aprendendo a programar. Estes desafios podem ser, inclusive, grandes o suficiente para desestimular e reprovar os discentes. Observamos que cada linguagem apresenta suas particularidades e similaridades, as quais oferecem níveis de dificuldade maiores ou menores. De modo geral, os conceitos que exigem maior abstração e maior conhecimento a respeito do funcionamento dos algoritmos e da memória em tempo de execução podem ser os mais complexos, e ambas as linguagens trazem tais conceitos. Assim, alguns conteúdos como o uso de ponteiros em C, a recursividade, ordenação e busca em ambas as linguagens e até mesmo os testes em Python, podem oferecer dificuldades notórias. Dessa maneira, é importante que os docentes, ao discutirem tais conceitos, sejam mais cautelosos e, se preciso, alonguem o tempo nestes conceitos, procurando manter uma boa interação com a turma e estar atentos ao nível de entendimento

dos estudantes a fim de guiá-los adequadamente.

7.3 Ameaças à Validade

Buscando minimizar possíveis ameaças ligadas ao viés e subjetividade do pesquisador nas conclusões de nossa pesquisa, buscamos realizar as nossas análises nos baseando nos dados encontrados. Desta forma, buscamos ao máximo extrair nossas inferências a partir dos próprios dados coletados e seus padrões. De forma complementar, também realizamos uma leve triangulação dos dados obtidos dos questionários aplicados com observações informais realizadas em sala de aula durante os semestres letivos analisados.

Dentre as possíveis ameaças à validade interna em nosso estudo, enfrentamos algumas paralisações institucionais e feriados prolongados nos dois casos A e B. No caso B ainda houve, inclusive, além de uma longa interrupção, a mudança do modelo de aula presencial para online no final da última unidade do semestre devido à pandemia de Covid-19. Isto pode ter afetado os resultados dos estudantes nos dois casos. Interrupções no processo de aprendizagem podem possivelmente dificultar o progresso dos estudos dos discentes e, conseqüentemente, prejudicar seu desempenho. Adicionalmente, estas interrupções também podem afetar a motivação e engajamento destes estudantes, modificando o ritmo de estudo e promovendo possíveis desencorajamentos e frustrações. Na tentativa de superar este problema dos resultados de aprendizagem com as pausas de feriados e paralisações, os professores realizaram aulas de reposição e aulas extras para resolução de exercícios e esclarecimento de dúvidas. Contudo, apesar disto ter um potencial para solucionar possíveis problemas de aprendizagem, também pode não apresentar efeito algum sobre a motivação e o engajamento dos estudantes. A mudança do modelo de aula presencial para online, também oferece uma alteração no ritmo e estilo de estudo dos discentes, que precisam se adaptar às ferramentas de gestão de aulas online e aos novos estilos de aula e avaliação. Além disso, deve-se também levar em conta o novo estilo de vida determinado pela fase inicial da pandemia com o distanciamento social. Isto também pôde ter afetado não apenas os resultados de desempenho dos estudantes como também sua motivação e engajamento.

Uma das ameaças à validade de construto ocorre pelo fato de termos removido três questões da categoria *Atenção* referentes a materiais textuais no instrumento IMMS. Isto poderia afetar os resultados uma vez que o questionário final não foi revalidado. Contudo, estas questões foram removidas por não fazerem sentido no contexto do método PBL, sendo adequadas apenas para materiais textuais autodirigidos.

Outra ameaça à validade de construto está relacionada às avaliações do MT e MI. Os instrumentos de avaliação utilizados nas três unidades do MT e problemas do MI não são validados. Contudo, instrumentos similares têm sido utilizados por muito tempo em nossa instituição, e são relativamente estáveis. Adicionalmente, os instrutores são muito cuidadosos ao formular as questões, no que diz respeito

ao grau de dificuldade, compreensão e adequação de conceitos. Desta forma, as avaliações apresentam níveis de dificuldade balanceados e redações compreensíveis, além de avaliar suficientemente e adequadamente os conceitos abordados. Além disso, uma vez que os resultados do SCS1, um instrumento validado de avaliação independente de linguagem, apresentaram correlações fortes com as notas do MT e moderada com as notas do MI, no Caso A (onde foi possível aplicar o SCS1), e isto pode atenuar tal ameaça à validade. Uma vez que não foi possível utilizar o SCS1 no caso B, não pudemos relacionar seus resultados com as notas do MT e MI, neste caso. Mesmo assim, no intuito de amenizar tal ameaça, deixamos para realizar as coletas de dados com a segunda turma do EI a utilizar a linguagem Python. Isto deu a oportunidade aos professores responsáveis, os mesmos do EI do Caso A, avaliarem cuidadosamente os materiais providos aos estudantes e adequarem melhor as avaliações, aulas e problemas.

Da mesma forma, os questionários referentes às percepções de aprendizagem dos conceitos e habilidades dos estudantes não são instrumentos validados. Por esta razão, preferimos não aprofundar as análises estatísticas sobre estas questões, mantendo as análises no nível das questões individuais.

Retomando a ameaça à validade de construto ligada aos materiais do caso B, a adoção da linguagem Python é recente neste EI de Algoritmos e isto poderia ocasionar em uma menor qualidade das aulas oferecidas, já que os professores não possuíam larga experiência de ensino com esta linguagem. Contudo, para amenizar esta ameaça, realizamos nosso estudo com a segunda turma a utilizar esta linguagem e não a primeira. Assim, os professores puderam ter, pelo menos, uma experiência prévia com a primeira turma e, desta forma, puderam realizar as alterações pertinentes no intuito de prover aulas melhores na segunda turma.

Seguindo ainda nas ameaças à validade de construto, ressaltamos o uso dos questionários como a fonte principal de informação em nosso estudo. Sabemos que questionários podem não refletir muito bem toda a realidade do ambiente sob estudo. Além da suscetibilidade a erros dos respondentes, a visão das informações coletadas limita-se à perspectiva dos respondentes em si. Neste sentido, realizamos também observações em sala de aula, no intuito de captar informações do ambiente também pela visão do pesquisador. Assim, ao analisar os dados coletados dos questionários, realizamos também uma leve triangulação com as observações do pesquisador visando assegurar a veracidade das informações.

Ainda nessa linha, considerando que os conceitos na linguagem C não são necessariamente os mesmos ou nem sempre abordados da mesma forma que na linguagem *Python*, poderia haver uma ameaça à validade interna de nossa pesquisa. Para amenizar esta ameaça, os professores buscaram ao máximo manter os conceitos e materiais didáticos similares. Assim, buscou-se ao máximo transferir os conceitos que eram abordados em C, no Caso A, para *Python*, no Caso B, sem recorrer tanto à forma “pythônica” de programar. Além disso, foram utilizados alguns conceitos mais ligados à linguagem Python no intuito de equilibrar os níveis de dificuldade

com certos conceitos de C.

Em relação às ameaças à validade externa, é suficiente afirmar que este estudo não permite generalizações para outros contextos. Nosso estudo é conduzido em uma instituição pública brasileira que possui seus próprios procedimentos de seleção. No entanto, para ingressar nesta instituição, os alunos devem passar por um exame de admissão com um nível moderado de competição. Independentemente de generalização, acreditamos que este trabalho tem um grande valor para promover uma análise aprofundada de variáveis importantes, os sentimentos dos estudantes e seus resultados de aprendizagem.

Em relação às ameaças à validade interna e ao processo de seleção para entrada em nossa instituição, houve uma recente mudança no processo seletivo. No Caso A, os discentes entraram na instituição por meio do vestibular, com seus critérios específicos. Já no Caso B, os discentes passaram por um novo modelo de entrada na universidade, por meio da avaliação do ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio), com outro estilo de avaliação e seus novos critérios. Isto pode ter ocasionado, possivelmente, uma mudança de perfil dos estudantes do primeiro caso para o segundo.

Outra ameaça à validade interna em nossa pesquisa ocorre pela análise de turmas de períodos diferentes, o que pode ter ocasionado numa alteração do perfil dos estudantes. Buscamos minimizar esta ameaça realizando nosso estudo apenas com os estudantes do segundo semestre de cada ano, pois ambos entraram no segundo grupo de alunos selecionados no ano letivo.

Ainda enfrentamos uma ameaça à validade interna por mortalidade seletiva no Caso B, uma vez que, com a pandemia do covid-19, houve uma mudança no modelo das aulas que passou a ser online. Isto afetou a quantidade de respondentes dos últimos questionários de motivação e engajamento do MT e MI e de atitudes pós-EI, já que a coleta passou a ser também online e, por isso, alguns estudantes não os responderam. Por outro lado, os dados coletados pareceram suficientes em nossas análises, apesar de não ter sido possível calcular alguns testes de regressão múltipla e correlações com as avaliações SCS1.

Capítulo 8

Conclusões

Neste trabalho, realizamos uma análise exploratória quantitativa sobre o desempenho e os sentimentos dos estudantes de uma disciplina de CS1. Mais especificamente, buscamos investigar como a motivação, o engajamento, as atitudes e o desempenho destes estudantes se expressam dentro de uma abordagem de ensino híbrida, que combina aulas expositivas e PBL. Além disso, investigamos como estes sentimentos se relacionam com o desempenho acadêmico. Ao mesmo tempo, em uma análise confirmatória, buscamos verificar possíveis diferenças nos sentimentos e desempenho dos estudantes ao vivenciarem a aprendizagem com as linguagens C e *Python*.

Nossos resultados sugerem que a motivação dos estudantes é positiva ao vivenciar a abordagem híbrida, apesar de diferente nos tutoriais PBL em comparação às aulas expositivas. O método PBL demanda mais atenção dos estudantes, enquanto as aulas expositivas parecem carregar uma maior relevância. Ao mesmo tempo, a confiança e a satisfação são mais sensíveis e variáveis nos tutoriais PBL. Em relação ao engajamento, este não parece expressivo dentro da abordagem de ensino analisada. Mesmo assim, a dedicação parece, de certa forma, bem estimulada. Contudo, observamos níveis mais baixos de absorção, sugerindo que a concentração não é forte entre os discentes. Quanto às atitudes, os estudantes mantêm atitudes positivas dentro da abordagem híbrida. A confiança, o interesse e a utilidade são bem sustentadas. Contudo, apesar de a visão profissional da computação se manter positiva, acreditamos que o trabalho árduo e as dificuldades encontradas podem alimentar uma visão estereotipada da computação. Já no que diz respeito ao desempenho dos estudantes, estes mantiveram notas de desempenho medianas ao longo das disciplinas dentro da abordagem de ensino adotada. Ademais, os tutoriais PBL parecem permitir a obtenção de melhores notas de desempenho em comparação com as aulas expositivas.

Os resultados também sugerem que a motivação é capaz de prever o desempenho acadêmico dos discentes na abordagem híbrida. Todas as categorias apresentam relações importantes com o desempenho. Contudo, a confiança e a satisfação se destacam, o que revela a importância em manter os estudantes confiantes em obter

sucesso e contentes com seus progressos. Além disso, a atenção apresenta uma intensidade mais notável nos tutoriais PBL, o que dá suporte à afirmação do quanto a atenção faz parte da essência deste método. Por outro lado, o engajamento não parece prever tanto o desempenho dos estudantes, principalmente nas aulas expositivas. Ainda assim, a dedicação e o vigor parecem ter certa relação com os resultados de aprendizagem, sugerindo que o significado e propósito atribuído aos estudos, bem como a perseverança e resiliência podem ser elementos importantes para um bom desempenho. Em relação às atitudes, nossos resultados não nos permitiram realizar inferências conclusivas a respeito de sua capacidade de previsão sobre o desempenho dos estudantes. Mesmo assim, destacamos a importância de manter os discentes confiantes em sua aprendizagem e apreciando o que estudam.

Em nosso estudo confirmatório, os resultados também sugerem que não há diferença no desempenho e sentimentos dos estudantes ao vivenciarem a abordagem PBL híbrida com as linguagens C ou Python. As manifestações de cada sentimento parecem apresentar o mesmo padrão nas experiências com cada uma das linguagens. Apesar disso, identificamos que o senso de utilidade e importância dos conhecimentos da computação no alcance de objetivos de carreira parece ser maior ao utilizar a linguagem C. No entanto, deixamos claro que isto merece maiores investigações.

Em nosso trabalho, também aprendemos algumas lições que podem ser úteis a outros pesquisadores e docentes da área. Dentre as lições metodológicas, verificamos, por exemplo, que é interessante que o pesquisador acompanhe ocasionalmente as turmas a fim de ser capaz de estabelecer uma triangulação com os dados quantitativos da pesquisa. Por outro lado, dentre as lições de ensino-aprendizagem, percebemos que deve haver um design cuidadoso dos problemas, não os deixando difíceis ou longos demais e nem mesmo fáceis demais, pois isto pode mitigar a motivação dos estudantes. Já entre as lições dos resultados de desempenho e sentimentos dos discentes, vimos que a confiança e a satisfação são importantes e devem ser estimuladas. Também observamos que a linguagem de programação adotada, C ou Python, pode prover desafios complexos o bastante para desestimular e reprovar os estudantes.

Neste trabalho, apesar de em cada cenário individual estudado não apresentarmos uma configuração de experimento controlado, os estudantes vivenciaram duas abordagens de ensino distintas: aulas expositivas e tutoriais PBL. Assim, tivemos a oportunidade de analisar e comparar os sentimentos e o desempenho em ambas as abordagens. Por outro lado, ao compararmos as duas linguagens, tivemos uma configuração de quase-experimento e, assim, pudemos realizar uma análise confirmatória entre os casos estudados, além de uma análise exploratória dentro de cada caso.

Nossos resultados são importantes no sentido de compreender os fatores que podem ocasionar em sentimentos desfavoráveis, dificuldades e reprovações em disciplinas de programação introdutória. Desta forma, coletamos evidências e descrevemos os sentimentos e resultados dos discentes ao vivenciarem uma abordagem de ensino PBL híbrida. Neste sentido, nosso estudo também auxilia na busca por soluções a estas questões e no incentivo a melhores práticas de ensino, tanto em aulas expositivas

quanto na aplicação do método PBL. Além disso, na comparação das linguagens adotadas, nossos resultados permitem averiguar a existência de semelhanças e diferenças nos sentimentos e resultados de aprendizagem em uma disciplina de CS1 lecionada com a linguagem C e com a linguagem Python. Os dados coletados podem ajudar na compreensão da experiência dos estudantes ao aprenderem programação com tais linguagens.

8.1 Trabalhos Futuros

Dentre alguns dos trabalhos futuros que podem ser realizados a partir desta pesquisa, sugerimos uma análise exploratória diferenciada sobre o engajamento dos estudantes, no intuito de verificar as questões ligadas aos baixos níveis de concentração encontrados em nossos resultados. Sugerimos que sejam utilizados outros instrumentos e métodos para mensurar o engajamento, não apenas em sala de aula, mas também em atividades como exercícios em sala e os problemas nos tutoriais PBL.

Também seria interessante realizar uma nova análise sobre os sentimentos dos estudantes ao vivenciarem a abordagem híbrida com a linguagem Python, especificamente, a fim de reafirmar os dados encontrados neste estudo, considerando as devidas ameaças à validade ligadas à pandemia do Covid-19 no caso descrito com esta linguagem. Além disso, trabalhos futuros também podem incluir uma análise comparativa sobre o desempenho acadêmico dos estudantes de disciplinas de CS2 após passarem pela linguagem C e Python em CS1.

Ainda, é possível utilizar este trabalho como uma *baseline* e realizar comparações com os resultados de novas análises exploratórias do EI de Algoritmos ao adotar outras abordagens de ensino no módulo teórico, tais como a sala de aula invertida ou instrução com pares, por exemplo. Desta maneira, seria possível verificar boas associações entre outras abordagens ativas de ensino e o método PBL.

Trabalhos futuros também podem englobar o uso de outros modelos e instrumentos para mensurar a motivação dos estudantes. Podem ser feitas, inclusive, análises sobre o tipo de motivação dos estudantes, e incluir outras variáveis tais como suas estratégias de autorregulação da aprendizagem e até mesmo seus níveis de autoeficácia. Trabalhos mais recentes, a propósito, vêm cada vez mais utilizando de *frameworks* voltados para mensurar a motivação em conjunto com as variáveis de autorregulação e autoeficácia.

Neste trabalho, tivemos alguns problemas de não atendimento aos critérios do teste de regressão linear múltipla. Isto nos causou certos impasses, tal como o resultado inconclusivo para a capacidade preditiva das atitudes sobre o desempenho dos discentes, ou a impossibilidade de computar um modelo único com todas as variáveis de interesse. Tendo isto em vista, trabalhos posteriores poderiam realizar uma ampliação das amostras, seja pela reunião dos dados de mais turmas para as análises

ou pela administração da pesquisa com turmas maiores, no intuito de facilitar e potencializar os processos de análise estatística.

Este trabalho também abriu questionamentos acerca da visão de utilidade que os estudantes apresentam em relação às linguagens C e Python. Assim, trabalhos futuros também poderiam englobar análises mais aprofundadas acerca das atitudes dos estudantes ao utilizarem cada uma das duas linguagens no intuito de averiguar os resultados obtidos em nosso estudo.

Outra possibilidade interessante seria aplicar a metodologia de pesquisa apresentada neste trabalho em turmas de CS1 com outras abordagens de ensino diferentes de PBL. Desta forma, seria possível não apenas investigar os sentimentos e desempenho dos estudantes com as abordagens escolhidas, mas até mesmo realizar experimentos controlados utilizando o método PBL em comparação com outras abordagens e, desta maneira, mensurar e comparar os sentimentos e resultados de aprendizagem em cada abordagem adotada.

Referências

- Ajzen, I. (1989). Attitude structure and behavior. *Attitude structure and function*, 241:274.
- Allen, D. E., Donham, R. S., e Bernhardt, S. A. (2011). Problem-based learning. *New directions for teaching and learning*, 2011(128):21–29.
- Alzahrani, N., Vahid, F., Edgcomb, A., Nguyen, K., e Lysecky, R. (2018). Python versus C++: An analysis of student struggle on small coding exercises in introductory programming courses. In *Proceedings of the 49th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, SIGCSE '18, página 86–91.
- Ambrósio, A. P. L. e Costa, F. M. (2010). Evaluating the impact of PBL and Tablet PCs in an algorithms and computer programming course. In *Proceedings of the 41st ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, SIGCSE '10, páginas 495–499.
- Appleton, J. J., Christenson, S. L., e Furlong, M. J. (2008). Student engagement with school: Critical conceptual and methodological issues of the construct. *Psychology in the Schools*, 45(5):369–386.
- Barrows, H. S. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, 20(6):481–486.
- Barrows, H. S. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. *New Directions for Teaching and Learning*, 1996(68):3–12.
- Beck, L. L., Chizhik, A. W., e McElroy, A. C. (2005). Cooperative learning techniques in CS1: Design and experimental evaluation. *SIGCSE Bull.*, 37(1):470–474.
- Bennedsen, J. e Caspersen, M. E. (2007). Failure rates in introductory programming. *SIGCSE Bull.*, 39(2):32–36.
- Bergin, S., Reilly, R., e Traynor, D. (2005). Examining the role of self-regulated learning on introductory programming performance. In *Proceedings of the First International Workshop on Computing Education Research*, ICER '05.

- Bittencourt, R. A. e Figueiredo, O. A. (2003). O Currículo do Curso de Engenharia de Computação da UEFS: Flexibilização e Integração Curricular. In *XI Workshop sobre Educação em Computação – Anais do XXIII CSBC*, páginas 171–182, Campinas, SP.
- Bonwell, C. C. e Eison, J. A. (1991). *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom. 1991 ASHE-ERIC Higher Education Reports*. ERIC.
- Bresó, E., Schaufeli, W. B., e Salanova, M. (2011). Can a self-efficacy-based intervention decrease burnout, increase engagement, and enhance performance? A quasi-experimental study. *Higher Education*, 61(4):339–355.
- Brilliant, S. S. e Wiseman, T. R. (1996). The first programming paradigm and language dilemma. In *Proceedings of the Twenty-Seventh SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education*, SIGCSE '96, página 338–342.
- Cabral, A. e Nick, E. (1996). *Dicionário técnico de psicologia*. Editora Cultrix.
- Caceffo, R., Gama, G., e Azevedo, R. (2018). Exploring active learning approaches to computer science classes. In *Proceedings of the 49th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, SIGCSE '18, páginas 922–927.
- Campello, A. d. V. C. e Lins, L. N. (2008). Metodologia de análise e tratamento da evasão e retenção em cursos de graduação de instituições federais de ensino superior. *Anais XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro*.
- Carr, N. (2011). *O que a internet está fazendo com os nossos cérebros: A geração superficial*. Rio de Janeiro: Agir.
- Carter, L. (2006). Why students with an apparent aptitude for computer science don't choose to major in computer science. *SIGCSE Bull.*, 38(1):27–31.
- Christenson, S. L., Reschly, A. L., e Wylie, C. (2012). *Handbook of research on student engagement*. Springer Science & Business Media.
- Cook, D. A. e Artino Jr, A. R. (2016). Motivation to learn: An overview of contemporary theories. *Medical education*, 50(10):997–1014.
- Corney, M. W., Teague, D. M., e Thomas, R. N. (2010). Engaging students in programming. In *Conferences in Research and Practice in Information Technology, Vol. 103. Tony Clear and John Hamer, Eds.*, volume 103, páginas 63–72. Australian Computer Society, Inc.
- Creswell, J. (2010). *Projeto de pesquisa: Método qualitativo, quantitativo e misto*. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- Delisle, R. (1997). *How to use problem-based learning in the classroom*. Ascd.

- Eagly, A. H., Chaiken, S., et al. (1998). Attitude structure and function. *The handbook of social psychology*, 1(2):269–322.
- Falkner, K. e Munro, D. S. (2009). Easing the transition: A collaborative learning approach. In *Proceedings of the Eleventh Australasian Conference on Computing Education*.
- Gomes, A., Ke, W., Lam, C., Marcelino, M. J., e Mendes, A. (2018). Student motivation towards learning to program. In *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*.
- Gomes, A. e Mendes, A. J. (2007). Learning to program - difficulties and solutions. In *International Conference on Engineering Education-ICEE*, volume 7.
- Gomes, A. J., Santos, A. N., e Mendes, A. J. (2012). A study on students' behaviours and attitudes towards learning to program. In *Proceedings of the 17th ACM Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, páginas 132–137.
- Greening, T., Kay, J., Kingston, J. H., e Crawford, K. (1997). Results of a PBL trial in first-year computer science. In *Proceedings of the 2nd Australasian conference on Computer science education*, páginas 201–206. ACM.
- Heersink, D. e Moskal, B. M. (2010). Measuring high school students' attitudes toward computing. In *Proceedings of the 41st ACM Technical Symposium on Computer Science Education, SIGCSE '10*, páginas 446–450.
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16(3):235–266.
- Hoc, J.-M., Green, T., Samurcay, R., e Gilmore, D. (2014). *Psychology of programming*. Academic Press.
- Hoegh, A. e Moskal, B. M. (2009). Examining science and engineering students' attitudes toward computer science. In *2009 39th IEEE Frontiers in Education Conference*.
- Hu, M. e Li, H. (2017). Student engagement in online learning: A review. In *2017 International Symposium on Educational Technology*.
- Jenkins, T. (2001a). The motivation of students of programming. In *Proceedings of the 6th Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*.
- Jenkins, T. (2001b). The motivation of students of programming. *SIGCSE Bull.*, 33(3):53–56.

- Jenkins, T. (2002). On the difficulty of learning to program. In *Proceedings of the 3rd Annual Conference of the LTSN Centre for Information and Computer Sciences*, volume 4.
- Kanaparan, G. (2016). *Self-efficacy and engagement as predictors of student programming performance: An international perspective*. Tese de Doutorado, Victoria University of Wellington.
- Keller, J. M. (2010). *Motivational design for learning and performance: The ARCS model approach*. Springer Science & Business Media.
- Kinnunen, P. e Malmi, L. (2006). Why students drop out CS1 course? In *Proceedings of the Second International Workshop on Computing Education Research*.
- Kinnunen, P. e Simon, B. (2011). CS Majors' self-efficacy perceptions in CS1: Results in light of social cognitive theory. In *Proceedings of the Seventh International Workshop on Computing Education Research*, ICER '11, página 19–26.
- Ko, A. J. (2009). Attitudes and self-efficacy in young adults' computing autobiographies. In *2009 IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing (VL/HCC)*, páginas 67–74.
- Kothiyal, A., Majumdar, R., Murthy, S., e Iyer, S. (2013). Effect of Think-pair-share in a large CS1 class: 83% Sustained engagement. In *Proceedings of the Ninth Annual International ACM Conference on International Computing Education Research*.
- Krause, K. (2005). Understanding and promoting student engagement in university learning communities. *Paper presented as keynote address: Engaged, Inert or Otherwise Occupied*, páginas 21–22.
- Kruglyk, V. e Lvov, M. (2012). Choosing the first educational programming language. In *ICT in Education, Research and Industrial Applications: Integration, Harmonization and Knowledge Transfer: Proceedings of the 8th International Conference ICTERI 2012*, páginas 188–189. Kherson.
- Lishinski, A. e Yadav, A. (2019). *Motivation, Attitudes, and Dispositions*, página 801–826. Cambridge Handbooks in Psychology. Cambridge University Press.
- Luxton-Reilly, A., Simon, Albluwi, I., Becker, B. A., Giannakos, M., Kumar, A. N., Ott, L., Paterson, J., Scott, M. J., Sheard, J., e Szabo, C. (2018). Introductory programming: A systematic literature review. In *Proceedings Companion of the 23rd Annual ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*.
- Lykke, M., Coto, M., Mora, S., Vandel, N., e Jantzen, C. (2014). Motivating programming students by problem based learning and LEGO robots. In *2014 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*.

- Mannila, L., Peltomäki, M., e Salakoski, T. (2006). What about a simple language? Analyzing the difficulties in learning to program. *Computer Science Education*, 16(3):211–227.
- Maslach, C. e Leiter, M. P. (2008a). Early predictors of job burnout and engagement. *Journal of applied psychology*, 93(3):498.
- Maslach, C. e Leiter, M. P. (2008b). *The truth about burnout: How organizations cause personal stress and what to do about it*. John Wiley & Sons.
- Medley, M. D. (2007). Inquiry-based learning in CS1. *J. Comput. Sci. Coll.*, 23(2):209–215.
- Milbrandt, G. (1995). Using problem solving to teach a programming language. *Learning & Leading with Technology*, 23(2):27–31.
- Milne, I. e Rowe, G. (2002). Difficulties in learning and teaching programming—views of students and tutors. *Education and Information technologies*, 7(1):55–66.
- Nuutila, E., Törmä, S., Kinnunen, P., e Malmi, L. (2008). Learning programming with the PBL method — experiences on PBL cases and tutoring. In *Reflections on the Teaching of Programming*, páginas 47–67.
- Nuutila, E., Törmä, S., e Malmi, L. (2005). PBL and computer programming — the seven steps method with adaptations. *Computer Science Education*, 15(2):123–142.
- O’Grady, M. J. (2012). Practical problem-based learning in computing education. *Trans. Comput. Educ.*, 12(3):10:1–10:16.
- Oliveira, A. M. C. A., Santos, S. C., e Garcia, V. C. (2013). PBL in teaching computing: An overview of the last 15 years. In *2013 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, páginas 267–272.
- Parker, K. R., Ottaway, T. A., e Chao, J. T. (2006). Criteria for the selection of a programming language for introductory courses. *International Journal of Knowledge and Learning*, 2(1-2):119–139.
- Parker, M. C., Guzdial, M., e Engleman, S. (2016). Replication, validation, and use of a language independent CS1 knowledge assessment. In *Proceedings of the 2016 ACM Conference on International Computing Education Research*, páginas 93–101.
- Pears, A., Seidman, S., Malmi, L., Mannila, L., Adams, E., Bennedsen, J., Devlin, M., e Paterson, J. (2007). A survey of literature on the teaching of introductory programming. *SIGCSE Bull.*, 39(4):204–223.

- Pinto, F. E. M. (2007). A dimensão afetiva do sujeito psicológico: algumas definições e principais características. *Revista de educação*, 10(10).
- Porter, L., Bailey Lee, C., Simon, B., e Zingaro, D. (2011). Peer instruction: Do students really learn from peer discussion in computing? In *Proceedings of the Seventh International Workshop on Computing Education Research*, ICER '11, páginas 45–52.
- Porter, L. e Zingaro, D. (2014). Importance of early performance in CS1: Two conflicting assessment stories. In *Proceedings of the 45th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, SIGCSE '14, páginas 295–300.
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of engineering education*, 93(3):223–231.
- Radenski, A. (2006). “Python first”: A lab-based digital introduction to computer science. *SIGCSE Bull.*, 38(3):197–201.
- Ramalingam, V., LaBelle, D., e Wiedenbeck, S. (2004). Self-efficacy and mental models in learning to program. In *Proceedings of the 9th Annual SIGCSE Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, ITiCSE '04, página 171–175.
- Razak, S. (2013). A case for course capstone projects in CS1. In *Proceeding of the 44th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, SIGCSE '13.
- Ribeiro, A. L. e Bittencourt, R. A. (2018). A PBL-based, integrated learning experience of object-oriented programming, data structures and software design. In *2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*.
- Ribeiro, A. L. e Bittencourt, R. A. (2019). A case study of an integrated programming course based on PBL. In *2019 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, páginas 1–9.
- Robins, A. (2010). Learning edge momentum: A new account of outcomes in CS1. *Computer Science Education*, 20(1):37–71.
- Robins, A., Rountree, J., e Rountree, N. (2003). Learning and teaching programming: A review and discussion. *Computer Science Education*, 13(2):137–172.
- Santana, B. L., Figueredo, J. S. L., e Bittencourt, R. A. (2018). Motivation of engineering students with a mixed-contexts approach to introductory programming. In *2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, páginas 1–9.
- Santos, S. C., Furtado, F., e Lins, W. (2014). xPBL: A methodology for managing PBL when teaching computing. In *2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings*, páginas 1–8.

- Schaufeli, W. B. e Bakker, A. B. (2003). Utrecht work engagement scale: Preliminary manual. *Occupational Health Psychology Unit, Utrecht University, Utrecht*, 26.
- Schaufeli, W. B. e Bakker, A. B. (2004). Job demands, job resources, and their relationship with burnout and engagement: A multi-sample study. *Journal of Organizational Behavior*, 25(3):293–315.
- Schaufeli, W. B. e Bakker, A. B. (2010). Defining and measuring work engagement: Bringing clarity to the concept. *Work engagement: A handbook of essential theory and research*, 12:10–24.
- Schaufeli, W. B., Martínez, I. M., Pinto, A. M., Salanova, M., e Bakker, A. B. (2002a). Burnout and engagement in university students: A cross-national study. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 33(5):464–481.
- Schaufeli, W. B., Salanova, M., González-romá, V., e Bakker, A. B. (2002b). The measurement of engagement and burnout: A two sample confirmatory factor analytic approach. *Journal of Happiness Studies*, 3(1):71–92.
- Settle, A., Lalor, J., e Steinbach, T. (2015). Reconsidering the impact of CS1 on novice attitudes. In *Proceedings of the 46th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, SIGCSE '15, página 229–234.
- Taffiovich, A., Campbell, J., e Petersen, A. (2013). A student perspective on prior experience in CS1. In *Proceeding of the 44th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, SIGCSE '13, página 239–244.
- Trowler, V. (2010). Student engagement literature review. *The higher education academy*, 11(1):1–15.
- Wainer, J. e Xavier, E. C. (2018). A controlled experiment on Python vs C for an introductory programming course: Students' outcomes. *ACM Trans. Comput. Educ.*, 18(3):12:1–12:16.
- Watson, C. e Li, F. W. (2014). Failure rates in introductory programming revisited. In *Proceedings of the 2014 Conference on Innovation & Technology in Computer Science Education*, ITiCSE '14, páginas 39–44.
- Wiedenbeck, S., Sun, X., e Chintakovid, T. (2007). Antecedents to end users' success in learning to program in an introductory programming course. In *IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing (VL/HCC 2007)*, páginas 69–72.
- Wigfield, A. (1994). Expectancy-value theory of achievement motivation: A developmental perspective. *Educational psychology review*, 6(1):49–78.
- Zimmerman, B. J. (1986). Becoming a self-regulated learner: Which are the key subprocesses? *Contemporary educational psychology*, 11(4):307–313.

Apêndice A

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do projeto: Análise de Implementação da Metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas e Projetos no Curso de Engenharia de Computação da UEFS

Pesquisador responsável: Carlos Alberto Rodrigues

Pesquisadores colaboradores: Armando Sanca Sanca, Elisangela Oliveira Carneiro, Roberto Almeida Bittencourt, Thiago Cerqueira de Jesus, Tiago Amador Coelho, Ayala Lemos Ribeiro e Francisco Tito Silva Santos Pereira, Suenny Mascarenhas Souza.

Convidamos você para participar desta pesquisa cujo objetivo é avaliar a metodologia PBL (Aprendizagem Baseada em Problemas) no curso de Engenharia de Computação da UEFS. Dada a complexidade e importância da metodologia no curso, a avaliação de elementos de tal metodologia é de extrema relevância para mensurar os seus resultados. O levantamento de informações será através da aplicação de questionários, entrevistas e observações *in loco*. Para analisar os dados coletados nos questionários, usaremos técnicas estatísticas e análise comparativa com outros estudos semelhantes encontrados a partir de revisão bibliográfica, enquanto que, para analisar as entrevistas e observações, usaremos a análise de conteúdo.

Um potencial benefício de participar desta pesquisa é o de contribuir com a aplicação da metodologia PBL e a identificação de aspectos que necessitam de aprimoramento. Um possível risco seria se, por algum motivo, você se sentir constrangido ao responder os questionários ou entrevistas, ou ser observado durante as aulas. Porém, você poderá abandonar a pesquisa a qualquer momento que desejar. De todo modo, estaremos atentos para perceber possíveis desconfortos e fazer propostas para saná-los. Se os mesmos permanecerem, a pesquisa poderá ser interrompida imediatamente sem qualquer tipo de penalidade. Além disso, garantiremos que o seu anonimato será mantido, respeitando sua integridade intelectual, social e cultural.

Não haverá remuneração ou qualquer custo com a participação na pesquisa e, se porventura houver algum custo, eles serão de inteira responsabilidade dos pesquisadores. A escolha em participar desta pesquisa é livre e, se permitida, pedimos autorização de divulgação dos dados analisados em eventos científicos, lembrando que será mantido sigilo absoluto a respeito de seus dados pessoais. As respostas dos questionários serão tabuladas e comporão um banco de dados para futuras análises histórico-comparativas. Porém, os questionários respondidos em papel serão mantidos sob responsabilidade do pesquisador responsável por um período de 5 anos, sendo destruídos logo após. Caso haja qualquer dúvida antes, durante ou depois da realização da pesquisa, você poderá saná-la através do contato do pesquisador responsável, indicado abaixo.

Caso aceite participar desta pesquisa, indique o seu nome completo e assine as duas vias deste termo. Uma cópia será sua e a outra, do pesquisador.

Feira de Santana, _____ de _____ de _____.

Assinatura do participante

Assinatura do pesquisador responsável

Contato com o pesquisador responsável: Departamento de Ciências Exatas. Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), BR 116, Km 03, Feira de Santana, BA. CEP 44031-460. Telefone: (75) 3161-8086. e-mail: carlos.fsa@gmail.com

Apêndice B

Questionário Pré-EI

Questionário 1 (Pré-Intervenção)

Cód: _____

Instruções: Para cada questão objetiva, assinale apenas uma alternativa dentre as respostas disponíveis.

1. Qual sua idade? _____
2. Sexo: () Masculino () Feminino
3. Cursou o ensino médio em: () Escola Pública () Escola Particular
4. Qual sua frequência de uso da Internet?
() Todos os dias () Algumas vezes no mês
() Quase todos os dias () Nenhuma vez no mês ou quase nenhuma
() Algumas vezes na semana
5. Como você mais acessa a Internet?
() Através de um computador desktop ou notebook () Através de celular ou tablet
5. Você já teve aula de programação de computadores? () Sim () Não

Se sim, onde e qual ferramenta ou linguagem de programação foi utilizada?

Sobre o período atual:

6. Você já cursou o MI de Algoritmos antes?

() Sim : _____ vezes () Não

7. Você já cursou a disciplina teórica de Algoritmos e Programação I antes?

() Sim : _____ vezes () Não

8. Caso esteja cursando novamente, quem foi o seu(sua) tutor(a) no MI de Algoritmos na última vez que você cursou?

() Ricardo () Cláudia () Matheus () Danilo () Fernanda
() Michele () Jamylle () Aécio () David () Thiago Mariano () Outro: _____

9. Caso esteja cursando novamente, quem foi o seu(sua) professor(a) em Algoritmos e Programação I na última vez que você cursou?

() Ricardo () Cláudia () Michele () Fernanda () Outro: _____

Quantas vezes você já fez isso?

	Nunca	Poucas vezes	Razoavelmente	Muitas vezes	Sempre
10. Joguei games					
11. Abri um dispositivo (rádio, relógio, computador, telefone, etc.) para descobrir como funciona					
12. Instalei um programa em um computador					
13. Li sobre computadores em livros ou revistas					
14. Baixei uma música da Internet					
15. Utilizei um dicionário, enciclopédia, etc. em um computador					
16. Me comuniquei com família, amigos, colegas, ou professores através de e-mail					
17. Me comuniquei com família, amigos, colegas, professores ou até mesmo desconhecidos através de redes sociais (Facebook, WhatsApp, etc.)					
18. Busquei informações sobre algo na internet					
19. Me comuniquei com a família ou amigos através do Skype					
20. Escrevi um programa de computador					
21. "Construí" um dispositivo (rádio, relógio, computador, telefone, etc.)					

Apêndice C

Questionário de Motivação - CIS

Questionário 1 – Algoritmos e Programação I

Cód. _____

No questionário a seguir, pense em cada declaração em relação a disciplina de Algoritmos e Programação I e indique o quão verdadeira cada declaração é. Dê a resposta que realmente se aplica a você, e não o que você gostaria que fosse verdade, ou o que você acha que outros querem ouvir. Pense em cada afirmação por si só e indique quão verdadeira ela é. Não seja influenciado pelas respostas dadas para outras declarações.

	Não é verdade	Um pouco verdadeiro	Moderadamente verdadeiro	Muito verdadeiro	Totalmente verdadeiro
1. O professor sabe como nos fazer sentir entusiasmados com o assunto desta disciplina.					
2. As coisas que estou aprendendo nesta disciplina serão úteis para mim.					
3. Eu me sinto confiante de que vou me dar bem nesta disciplina.					
4. Esta disciplina tem muito pouca coisa que capta minha atenção.					
5. O professor faz com que o assunto desta disciplina pareça importante.					
6. Você tem que ter sorte para obter boas notas nesta disciplina.					
7. Eu tenho que trabalhar muito para ter sucesso nesta disciplina.					
8. NÃO vejo como o conteúdo desta disciplina se relaciona com qualquer coisa que eu já conheça.					
9. Ter ou não ter sucesso nesta disciplina depende de mim.					
10. O professor cria suspense ao desenvolver um assunto.					
11. O assunto desta disciplina é difícil demais para mim.					
12. Eu sinto que esta disciplina me dá muita satisfação.					
13. Nesta disciplina procuro estabelecer e alcançar altos padrões de excelência.					
14. Eu sinto que as notas ou outro reconhecimento que recebo são justos em comparação com outros alunos.					
15. Os alunos desta disciplina parecem curiosos sobre o conteúdo.					
16. Eu gosto de estudar para esta disciplina.					
17. É difícil prever a nota que o professor dará às minhas tarefas.					
18. Estou satisfeito com as avaliações que o professor fez do meu trabalho em comparação com o quão bem eu acho que fui.					
19. Eu me sinto satisfeito com o que estou aprendendo nesta disciplina.					
20. O conteúdo desta disciplina relaciona-se com as minhas expectativas e objetivos.					
21. O professor faz coisas incomuns ou surpreendentes que são interessantes.					
22. Os alunos participam ativamente das aulas.					
23. Para realizar meus objetivos, é importante que eu vá bem nesta disciplina.					
24. O professor usa uma variedade interessante de técnicas de ensino.					
25. Eu NÃO acho que vou me beneficiar muito desta disciplina.					
26. Costumo sonhar acordado (ficar distraído) enquanto estou nas aulas desta disciplina.					
27. Marque a opção: Moderadamente Verdadeiro, neste item para demonstrar sua atenção.					
28. Por estar fazendo esta disciplina, acredito que posso ter sucesso se eu me esforçar o bastante.					
29. Os benefícios pessoais desta disciplina estão claros para mim.					
30. Minha curiosidade é muitas vezes estimulada por questões feitas ou por problemas dados sobre o conteúdo desta disciplina.					
31. Eu acho razoavelmente correto o nível de desafio nesta disciplina: nem muito fácil nem muito difícil.					
32. Eu me sinto bastante desapontado com esta disciplina.					
33. Eu sinto que recebo reconhecimento suficiente do meu trabalho nesta disciplina através das notas, comentários ou outros feedbacks.					
34. A quantidade de trabalho que tenho que fazer é apropriada para esse tipo de disciplina.					
35. Recebo feedback suficiente para saber quão bem estou indo.					

Apêndice D

Questionário de Motivação - IMMS

QUESTIONÁRIO – MI – ALGORITMOS

PROBLEMA 1

Cód: _____

No questionário a seguir, pense em cada declaração em relação ao Módulo Integrador de Algoritmos e indique o quanto verdadeira cada declaração é. Dê a resposta que realmente se aplica a você, e não o que você gostaria que fosse verdade, ou o que você acha que outros querem ouvir. Pense em cada afirmação por si só e indique quanto verdadeira ela é. Não seja influenciado pelas respostas dadas para outras declarações.

	Não é verdadeira	Um pouco verdadeiro	Moderadamente verdadeiro	Muito verdadeiro	Totalmente verdadeiro
1. Quando eu vi os assuntos do Problema 1 pela primeira vez, eu tive a impressão de que seriam fáceis para mim.					
2. Havia algo de interessante no início do Problema 1 que chamou a minha atenção.					
3. Os assuntos do Problema 1 foram mais difíceis de entender do que eu gostaria que fossem.					
4. Depois das primeiras sessões tutoriais do Problema 1, senti-me confiante de que eu sabia o que eu devia aprender.					
5. Completar os exercícios do Problema 1 me deu uma sensação gratificante de realização.					
6. Ficou claro para mim como o conteúdo do Problema 1 está relacionado com coisas que eu já sei.					
7. Várias sessões do Problema 1 tinham tanta informação que era difícil escolher e lembrar quais os pontos importantes.					
8. O conteúdo do Problema 1 saltou a meus olhos.					
9. Houve exemplos que me mostraram como o conteúdo do Problema 1 pode ser importante para as pessoas que estão aprendendo programação.					
10. Completar com êxito as atividades do Problema 1 foi importante para mim.					
11. O conteúdo do Problema 1 é tão abstrato que foi difícil manter a minha atenção nas sessões tutoriais.					
12. Enquanto eu participava das sessões tutoriais do Problema 1, eu estava confiante de que eu poderia aprender o conteúdo.					
13. Eu gostei tanto do Problema 1 que eu gostaria de saber mais sobre os conteúdos abordados.					
14. O conteúdo do Problema 1 me pareceu seco e pouco atraente.					
15. O conteúdo aprendido no Problema 1 é relevante para os meus interesses.					
16. A maneira como a informação foi organizada no Problema 1 ajudou a manter minha atenção.					
17. Houve explicações e exemplos de como as pessoas usam o conhecimento adquirido no Problema 1.					
18. Os exercícios no Problema 1 foram muito difíceis.					
19. O Problema 1 teve coisas que estimularam minha curiosidade.					
20. Eu realmente gostei de estudar programação com o Problema 1.					
21. Às vezes, a quantidade de repetições feitas sobre alguns assuntos me levou a ficar entediado.					
22. O conteúdo e o estilo do Problema 1 dão a impressão que vale a pena saber aqueles conceitos.					
23. Eu aprendi algumas coisas que foram surpreendentes ou inesperadas.					
24. Marque a opção: Moderadamente Verdadeiro, neste item para demonstrar sua atenção.					
25. Após trabalhar no Problema 1 por um tempo, senti-me confiante de que eu seria capaz de passar na avaliação deste problema.					
26. O conteúdo do Problema 1 não foi relevante para as minhas necessidades, porque eu já sabia a maior parte do assunto.					
27. O feedback e as observações passadas pelo professor ajudaram-me a sentir recompensado pelo meu esforço.					
28. Durante as sessões tutoriais, a variedade de exercícios, ilustrações, etc., ajudou a manter minha atenção.					
29. Eu pude relacionar os conteúdos que aprendi no Problema 1 com coisas que eu já vi, fiz ou pensei, na minha própria vida.					
30. Eu me senti bem ao concluir com êxito o Problema 1.					
31. O conteúdo visto no Problema 1 será útil para mim.					
32. Eu não pude compreender como algumas coisas eram feitas no Problema 1.					
33. A boa organização do conteúdo no Problema 1 ajudou-me a sentir confiança que eu aprenderia o assunto.					
34. Foi um prazer estudar com a metodologia utilizada no Problema 1.					

Apêndice E

Questionário de Engajamento - UWES

Questionário 1 – Algoritmos e Programação I

Cód. _____

No questionário a seguir, pense em cada declaração em relação a disciplina de Algoritmos e Programação I e indique o quão verdadeira cada declaração é. Dê a resposta que realmente se aplica a você, e não o que você gostaria que fosse verdade, ou o que você acha que outros querem ouvir. Pense em cada afirmação por si só e indique quão verdadeira ela é. Não seja influenciado pelas respostas dadas para outras declarações.

	Não é verdade	Um pouco verdadeiro	Moderadamente verdadeiro	Muito verdadeiro	Totalmente verdadeiro
36. Quando eu faço minhas atividades como aluno, sinto-me cheio de energia.					
37. Eu considero meus estudos repletos de significado e propósito.					
38. O tempo voa quando estou estudando.					
39. Sinto-me forte e com vigor (vitalidade) quando estudo ou vou para as aulas.					
40. Estou entusiasmado com meus estudos.					
41. Quando estou estudando, esqueço tudo ao meu redor.					
42. Meu estudo me inspira.					
43. Quando acordo pela manhã, sinto vontade de ir para aula.					
44. Sinto-me feliz quando estudo intensamente.					
45. Tenho orgulho dos meus estudos.					
46. Estou imerso (compenetrado) em meus estudos.					
47. Eu consigo continuar estudando por períodos longos de tempo.					
48. Para mim, meus estudos são desafiadores.					
49. Marque a opção: Moderadamente Verdadeiro, neste item para demonstrar sua atenção.					
50. Eu me entrego (envolvo) quando estou estudando.					
51. Eu sou mentalmente resiliente (versátil) com relação aos meus estudos.					
52. É difícil desligar-me dos meus estudos.					
53. Em relação aos meus estudos, sempre persevere (persisto) mesmo quando as coisas não dão certo.					

Apêndice F

Questionário de Atitudes

Questionário (Pós-Intervenção)

Cód: _____

Para cada uma das afirmativas marque a opção que mais se adequa a seu pensamento.

	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
1. Eu me sinto confortável em aprender conceitos de computação.				
2. Eu acho que a computação é chata.				
3. Eu duvido que uma mulher possa se destacar em cursos de computação.				
4. O conhecimento de computação me permitirá garantir um bom trabalho.				
5. Eu não acho que eu possa aprender a entender conceitos de computação.				
6. Um estudante com bom desempenho em computação provavelmente terá uma vida fora dos computadores.				
7. Não é apropriado que mulheres estudem computação.				
8. O desafio de resolver problemas usando a ciência da computação me atrai.				
9. Eu posso aprender a entender conceitos de computação.				
10. A computação é uma disciplina apropriada para estudarem tanto homens como mulheres.				
11. Eu não faria disciplinas adicionais de informática se me dessem a oportunidade.				
12. Não me sinto confortável em aprender conceitos de computação.				
13. Marque Concordo Parcialmente neste item para demonstrar sua atenção.				
14. Desenvolver habilidades de computação será importante para meus objetivos de carreira.				
15. Espero que minha carreira futura exija o uso de conceitos de computação.				
16. Os homens são mais propensos a se destacar em carreiras que envolvem computação do que as mulheres.				
17. Os estudantes com conhecimentos de computação são tão populares quanto outros estudantes.				
18. Estou confiante de que posso resolver problemas usando programas de computador.				
19. Eu não gosto de usar computação para resolver problemas.				
20. Homens e mulheres são igualmente capazes de resolver problemas de computação.				
21. O domínio das habilidades de computação não me ajudará a garantir um bom emprego.				
22. Espero encontrar uma carreira que não requeira o uso de conceitos de computação.				
23. Eu tenho pouca autoconfiança quando se trata de disciplinas de computação.				
24. Homens e mulheres podem ambos se destacar em disciplinas de computação.				
25. Desenvolver habilidades de computação não terá um papel em me ajudar a alcançar meus objetivos de carreira.				
26. Eu participaria voluntariamente de disciplinas adicionais de computação se me fosse dada a oportunidade.				
27. Os homens produzem um trabalho de maior qualidade na computação do que as mulheres.				
28. Marque Concordo Parcialmente neste item para demonstrar sua atenção.				
29. Um estudante com bom desempenho em computação provavelmente não terá uma vida fora dos computadores.				
30. Eu posso conseguir boas notas (5,0 ou mais) em disciplinas de computação.				
31. Meus objetivos de carreira não exigem que eu aprenda habilidades de computação.				
32. Os homens são mais capazes que as mulheres em resolver problemas de computação.				
33. O desafio de resolver problemas usando computação não me atrai.				
34. Eu espero que aprender a usar habilidades de computação me ajude a alcançar meus objetivos de carreira.				
35. Mulheres e homens podem ambos se destacar em carreiras que envolvam computação.				
36. Eu acho que a computação é interessante.				
37. Eu duvido que eu possa resolver problemas usando programas de computador.				
38. As mulheres produzem o mesmo trabalho de qualidade na computação que os homens.				
39. Alunos com conhecimentos de computação são menos populares que outros estudantes.				
40. Eu gosto de usar a computação para resolver problemas.				

Agradecemos por sua contribuição!

Apêndice G

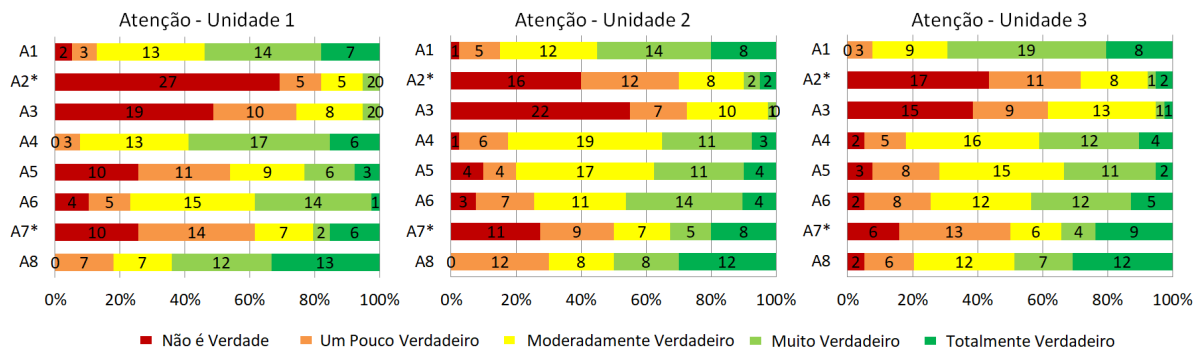
Gráficos de Barras Empilhadas - Caso A

Aqui exibimos os gráficos de barras empilhadas referentes a cada uma das categorias de motivação, engajamento e atitudes do caso A.

G.1 Motivação CIS - MT

Esta seção aborda os resultados obtidos para cada categoria do modelo ARCS de motivação por meio do instrumento CIS.

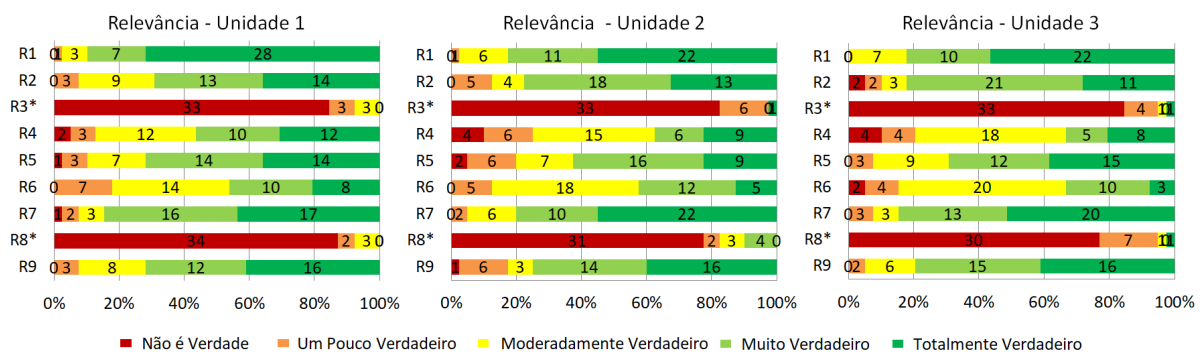
G.1.1 Atenção



A1 - O professor sabe como nos fazer sentir entusiasmados com o assunto desta disciplina.
 A2* - Esta disciplina tem muito pouca coisa que capta minha atenção.
 A3 - O professor cria suspense ao desenvolver um assunto.
 A4 - Os alunos desta disciplina parecem curiosos sobre o conteúdo.
 A5 - O professor faz coisas incomuns ou surpreendentes que são interessantes.
 A6 - O professor usa uma variedade interessante de técnicas de ensino.
 A7* - Costumo sonhar acordado (ficar distraído) enquanto estou nas aulas desta disciplina.
 A8 - Minha curiosidade é muitas vezes estimulada por questões feitas ou por problemas dados sobre o conteúdo desta disciplina.

Figura G.1: Variação da Atenção ao longo das três unidades

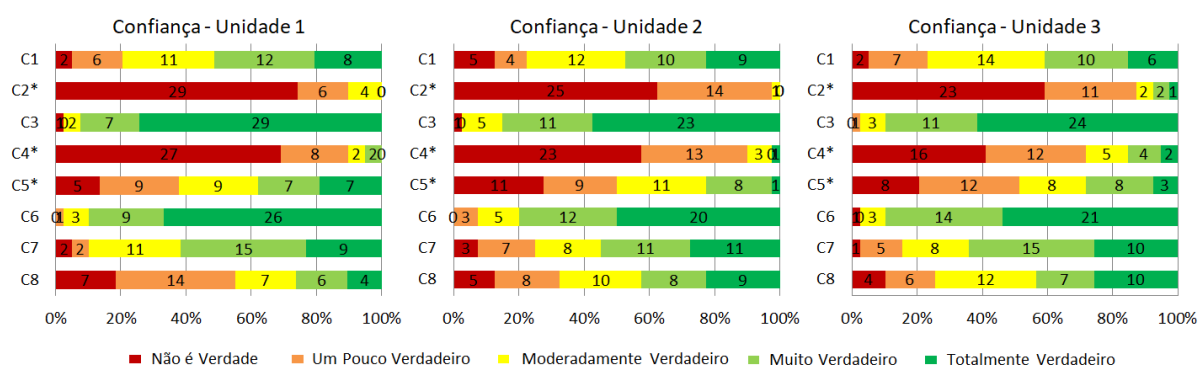
G.1.2 Relevância



R1 - As coisas que estou aprendendo nesta disciplina serão úteis para mim.
 R2 - O professor faz com que o assunto desta disciplina pareça importante.
 R3* - NÃO vejo como o conteúdo desta disciplina se relaciona com qualquer coisa que eu já conheça.
 R4 - Nesta disciplina procuro estabelecer e alcançar altos padrões de excelência.
 R5 - O conteúdo desta disciplina relaciona-se com as minhas expectativas e objetivos.
 R6 - Os alunos participam ativamente das aulas.
 R7 - Para realizar meus objetivos, é importante que eu vá bem nesta disciplina.
 R8* - Eu NÃO acho que vou me beneficiar muito desta disciplina.
 R9 - Os benefícios pessoais desta disciplina estão claros para mim.

Figura G.2: Variação da Relevância ao longo das três unidades

G.1.3 Confiança



C1 - Eu me sinto confiante de que vou me dar bem nesta disciplina.

C2* - Você tem que ter sorte para obter boas notas nesta disciplina.

C3 - Ter ou não ter sucesso nesta disciplina depende de mim.

C4* - O assunto desta disciplina é difícil demais para mim.

C5* - É difícil prever a nota que o professor dará às minhas tarefas.

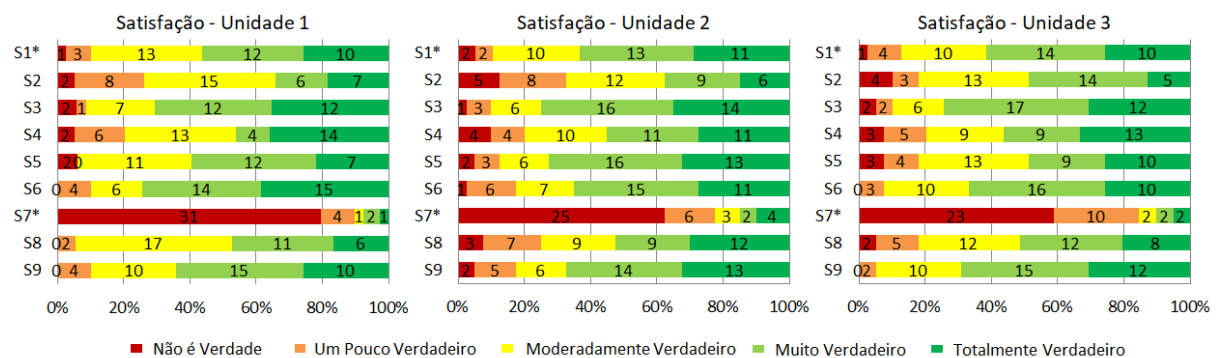
C6 - Por estar fazendo esta disciplina, acredito que posso ter sucesso se eu me esforçar o bastante.

C7 - Eu acho razoavelmente correto o nível de desafio nesta disciplina: nem muito fácil nem muito difícil.

C8 - Recebo feedback suficiente para saber quão bem estou indo.

Figura G.3: Variação da Confiança ao longo das três unidades

G.1.4 Satisfação



S1* - Eu tenho que trabalhar muito para ter sucesso nesta disciplina.

S2 - Eu sinto que esta disciplina me dá muita satisfação.

S3 - Eu sinto que as notas ou outro reconhecimento que recebo são justos em comparação com outros alunos.

S4 - Eu gosto de estudar para esta disciplina.

S5 - Estou satisfeito com as avaliações que o professor fez do meu trabalho em comparação com o quanto bem eu acho que fui.

S6 - Eu me sinto satisfeito com o que estou aprendendo nesta disciplina.

S7* - Eu me sinto bastante desapontado com esta disciplina.

S8 - Eu sinto que recebo reconhecimento suficiente do meu trabalho nesta disciplina através das notas, comentários ou outros feedbacks.

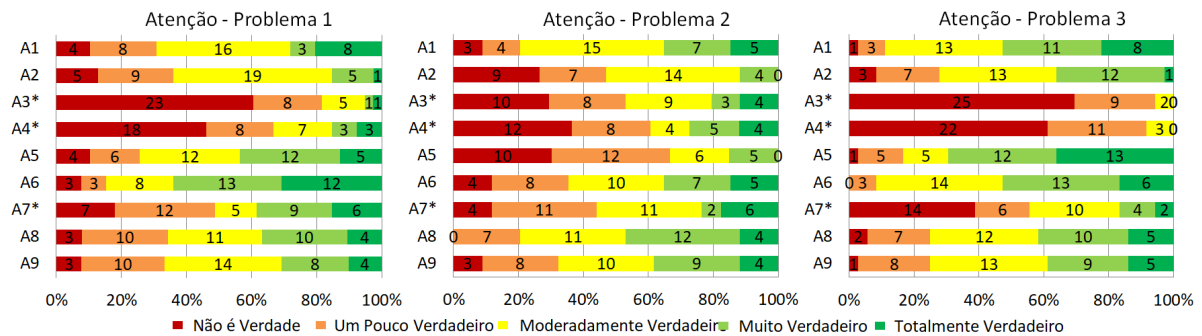
S9 - A quantidade de trabalho que tenho que fazer é apropriada para esse tipo de disciplina.

Figura G.4: Variação da Satisfação ao longo das três unidades

G.2 Motivação IMMS - MI

Esta seção aborda os resultados obtidos para cada categoria do modelo ARCS de motivação por meio do instrumento IMMS.

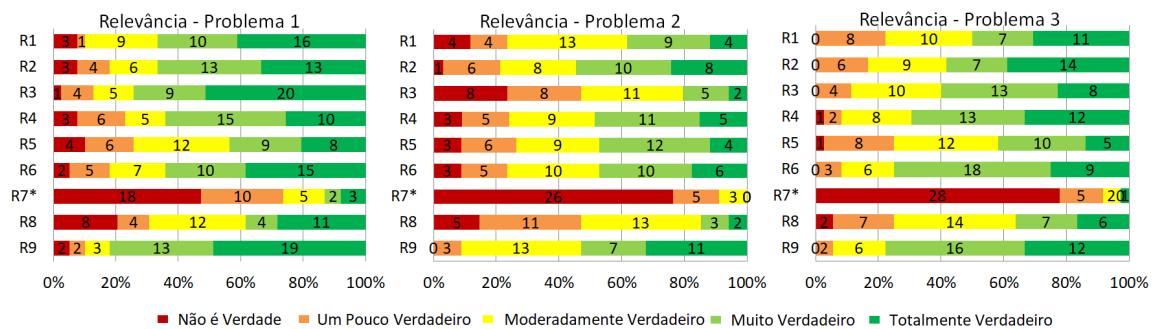
G.2.1 Atenção



- A1 - Havia algo de interessante no início do Problema que chamou a minha atenção.
 A2 - O conteúdo do Problema saltou a meus olhos.
 A3* - O conteúdo do Problema é tão abstrato que foi difícil manter a minha atenção nas sessões tutoriais.
 A4* - O conteúdo do Problema me pareceu seco e pouco atraente.
 A5 - A maneira como a informação foi organizada no Problema ajudou a manter minha atenção.
 A6 - O Problema teve coisas que estimularam minha curiosidade.
 A7* - Às vezes, a quantidade de repetições feitas sobre alguns assuntos me levou a ficar entediado.
 A8 - Eu aprendi algumas coisas que foram surpreendentes ou inesperadas.
 A9 - Durante as sessões tutoriais, a variedade de exercícios, ilustrações, etc., ajudou a manter minha atenção.

Figura G.5: Variação da Atenção ao longo dos três problemas PBL

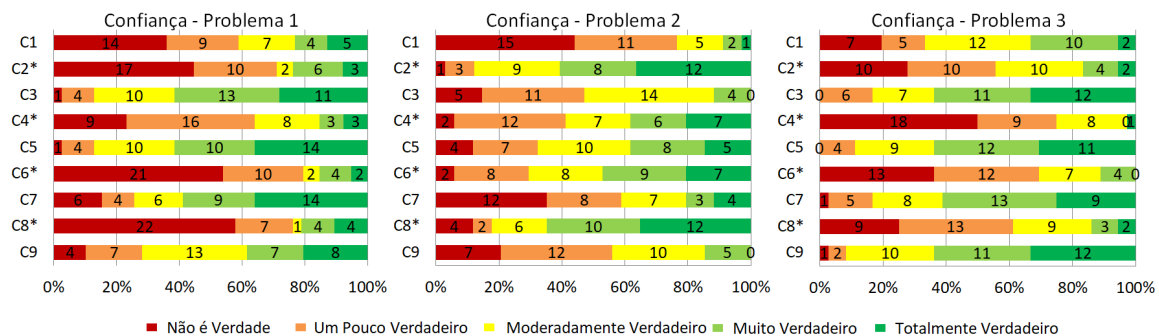
G.2.2 Relevância



- R1 - Ficou claro para mim como o conteúdo do Problema está relacionado com coisas que eu já sei.
 R2 - Houve exemplos que me mostraram como o conteúdo do Problema pode ser importante para as pessoas que estão aprendendo programação.
 R3 - Completar com êxito as atividades do Problema foi importante para mim.
 R4 - O conteúdo aprendido no Problema é relevante para os meus interesses.
 R5 - Houve explicações e exemplos de como as pessoas usam o conhecimento adquirido no Problema.
 R6 - O conteúdo e o estilo do Problema dão a impressão que vale a pena saber aqueles conceitos.
 R7* - O conteúdo do Problema não foi relevante para as minhas necessidades, porque eu já sabia a maior parte do assunto.
 R8 - Eu pude relacionar os conteúdos que aprendi no Problema com coisas que eu já vi, fiz ou pensei, na minha própria vida.
 R9 - O conteúdo visto no Problema será útil para mim.

Figura G.6: Variação da Relevância ao longo dos três problemas PBL

G.2.3 Confiança



C1 - Quando eu vi os assuntos do Problema pela primeira vez, eu tive a impressão de que seriam fáceis para mim.

C2* - Os assuntos do Problema foram mais difíceis de entender do que eu gostaria que fossem.

C3 - Depois das primeiras sessões tutoriais do Problema, senti-me confiante de que eu sabia o que eu devia aprender.

C4* - Várias sessões do Problema tinham tanta informação que era difícil escolher e lembrar quais os pontos importantes.

C5 - Enquanto eu participava das sessões tutoriais do Problema, eu estava confiante de que eu poderia aprender o conteúdo.

C6* - Os exercícios no Problema foram muito difíceis.

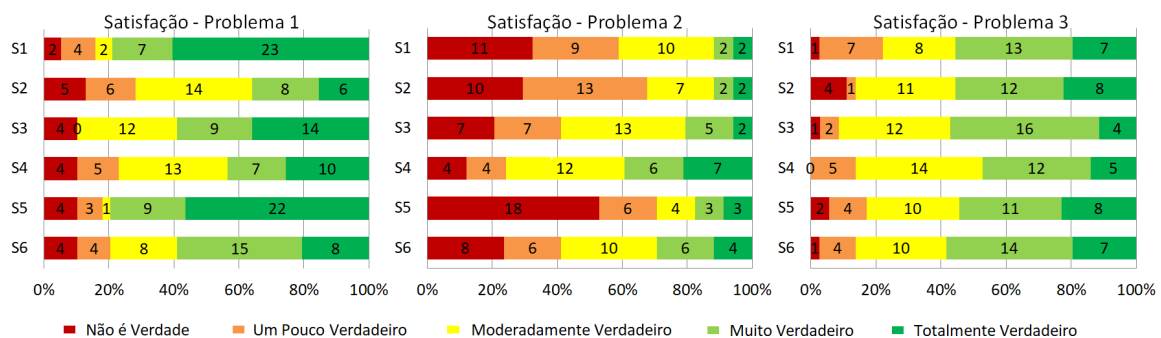
C7 - Após trabalhar no Problema por um tempo, senti-me confiante de que eu seria capaz de passar na avaliação deste problema.

C8* - Eu não pude compreender como algumas coisas eram feitas no Problema.

C9 - A boa organização do conteúdo no Problema ajudou-me a sentir confiança que eu aprenderia o assunto.

Figura G.7: Variação da Confiança ao longo dos três problemas PBL

G.2.4 Satisfação



S1 - Completar os exercícios do Problema me deu uma sensação gratificante de realização.

S2 - Eu gostei tanto do Problema que eu gostaria de saber mais sobre os conteúdos abordados.

S3 - Eu realmente gostei de estudar programação com o Problema.

S4 - O feedback e as observações passadas pelo professor ajudaram-me a sentir recompensado pelo meu esforço.

S5 - Eu me senti bem ao concluir com êxito o Problema.

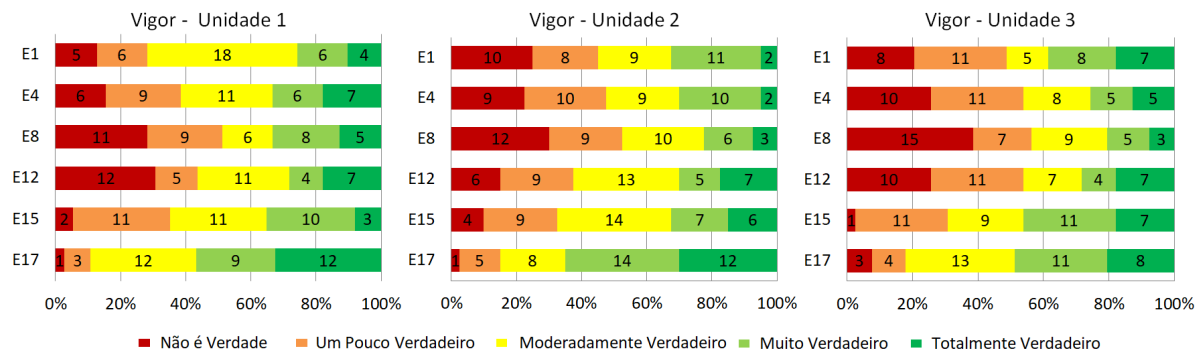
S6 - Foi um prazer estudar com a metodologia utilizada no Problema.

Figura G.8: Variação da Satisfação ao longo dos três problemas PBL

G.3 Engajamento - MT

Esta seção aborda os resultados obtidos para cada categoria do modelo de engajamento UWES-S no MT.

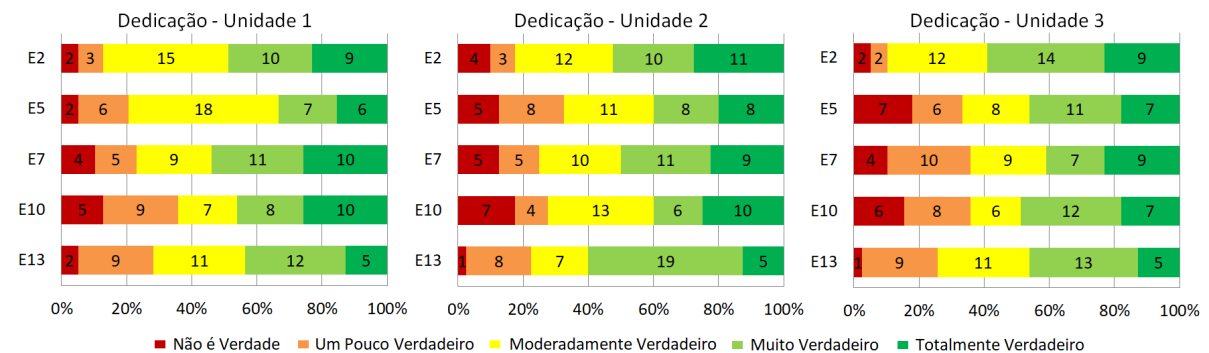
G.3.1 Vigor



- E1 - Quando eu faço minhas atividades como aluno, sinto-me cheio de energia.
 E4 - Sinto-me forte e com vigor (vitalidade) quando estudo ou vou para as aulas.
 E8 - Quando acordo pela manhã, sinto vontade de ir para aula.
 E12 - Eu consigo continuar estudando por períodos longos de tempo.
 E15 - Eu sou mentalmente resiliente (versátil) com relação aos meus estudos.
 E17 - Em relação aos meus estudos, sempre persevereiro (persisto) mesmo quando as coisas não dão certo.

Figura G.9: Variação do Vigor ao longo das três unidades

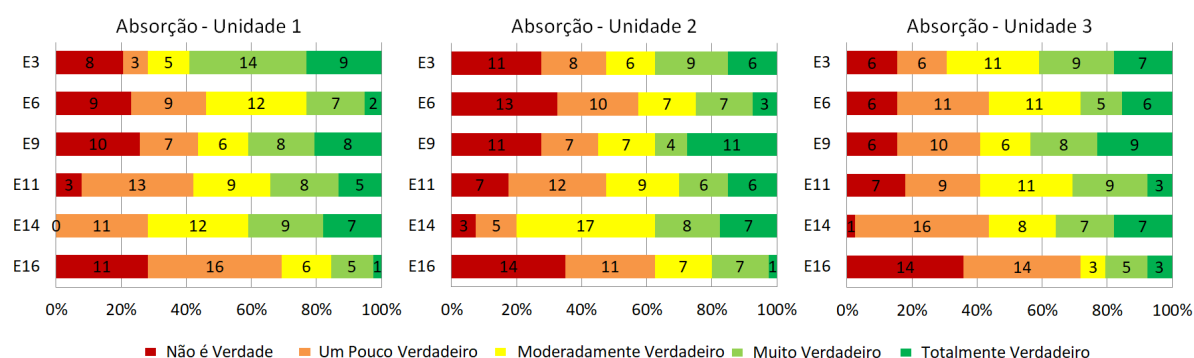
G.3.2 Dedicação



- E2 - Eu considero meus estudos repletos de significado e propósito.
 E5 - Estou entusiasmado com meus estudos.
 E7 - Meu estudo me inspira.
 E10 - Tenho orgulho dos meus estudos.
 E13 - Para mim, meus estudos são desafiadores.

Figura G.10: Variação da Dedicação ao longo das três unidades

G.3.3 Absorção



E3 - O tempo voa quando estou estudando.

E6 - Quando estou estudando, esqueço tudo ao meu redor.

E9 - Sinto-me feliz quando estudo intensamente.

E11 - Estou imerso (compenetrado) em meus estudos.

E14 - Eu me entrego (envolvo) quando estou estudando.

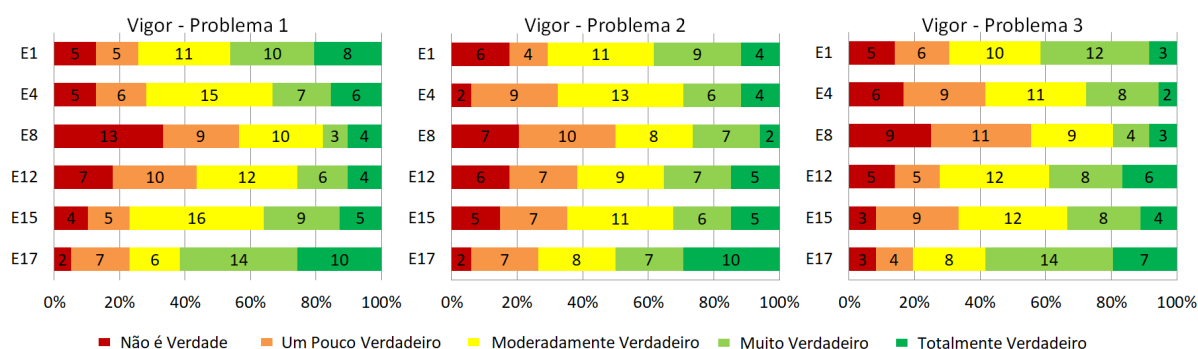
E16 - É difícil desligar-me dos meus estudos.

Figura G.11: Variação da Absorção ao longo das três unidades

G.4 Engajamento - MI

Esta seção aborda os resultados obtidos para cada categoria do modelo de engajamento UWES-S no MI.

G.4.1 Vigor



E1 - Quando eu faço minhas atividades como aluno, sinto-me cheio de energia.

E4 - Sinto-me forte e com vigor (vitalidade) quando estudo ou vou para as aulas.

E8 - Quando acordo pela manhã, sinto vontade de ir para aula.

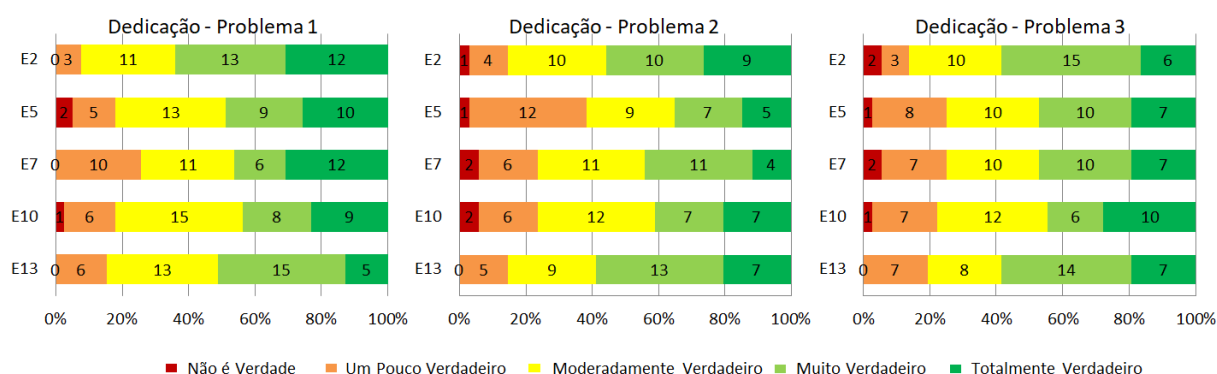
E12 - Eu consigo continuar estudando por períodos longos de tempo.

E15 - Eu sou mentalmente resiliente (versátil) com relação aos meus estudos.

E17 - Em relação aos meus estudos, sempre persevere (persisto) mesmo quando as coisas não dão certo.

Figura G.12: Variação do Vigor ao longo dos três problemas PBL

G.4.2 Dedicção



E2 - Eu considero meus estudos repletos de significado e propósito.

E5 - Estou entusiasmado com meus estudos.

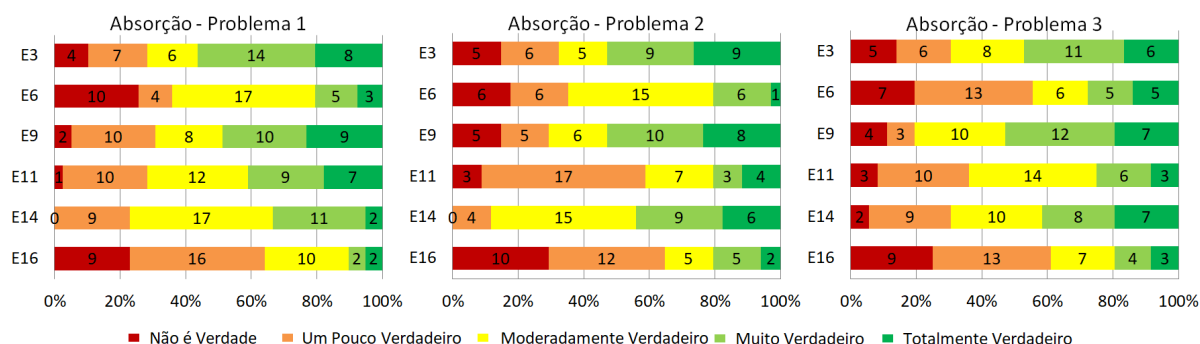
E7 - Meu estudo me inspira.

E10 - Tenho orgulho dos meus estudos.

E13 - Para mim, meus estudos são desafiadores.

Figura G.13: Variação da Dedicção ao longo dos três problemas PBL

G.4.3 Absorção



E3 - O tempo voa quando estou estudando.

E6 - Quando estou estudando, esqueço tudo ao meu redor.

E9 - Sinto-me feliz quando estudo intensamente.

E11 - Estou imerso (compenetrado) em meus estudos.

E14 - Eu me entrego (envolvo) quando estou estudando.

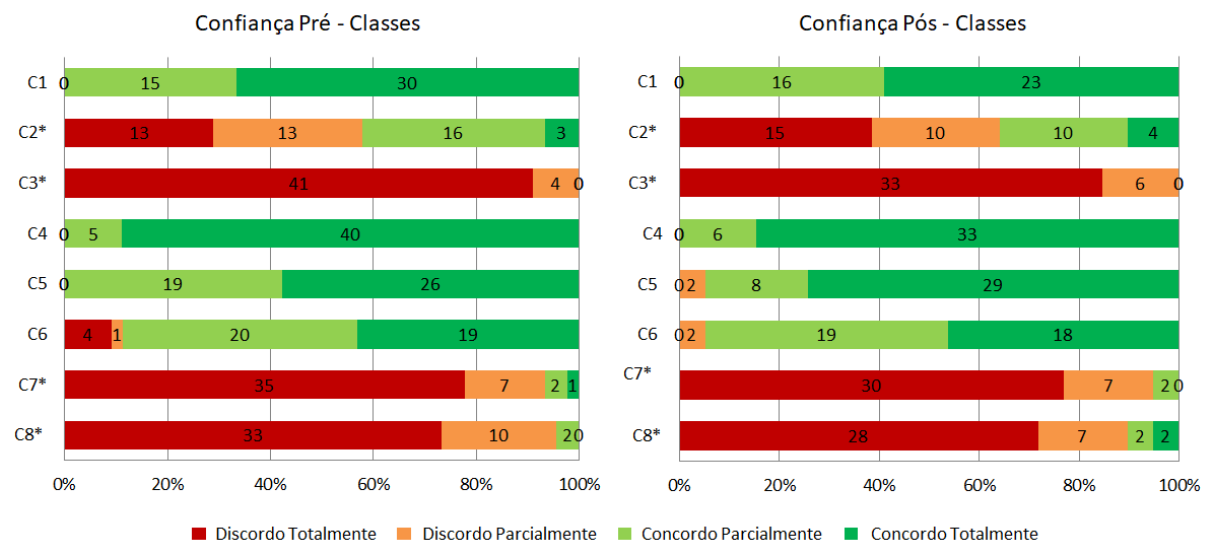
E16 - É difícil desligar-me dos meus estudos.

Figura G.14: Variação da Absorção ao longo dos três problemas PBL

G.5 Atitudes

Esta seção aborda os resultados obtidos para as categorias de atitudes antes e após o EI.

G.5.1 Confiança



C1 - Eu me sinto confortável em aprender conceitos de computação.

C2* - Eu tenho pouca autoconfiança quando se trata de disciplinas de computação.

C3* - Eu não acho que eu possa aprender a entender conceitos de computação.

C4 - Eu posso aprender a entender conceitos de computação.

C5 - Eu posso conseguir boas notas (5,0 ou mais) em disciplinas de computação.

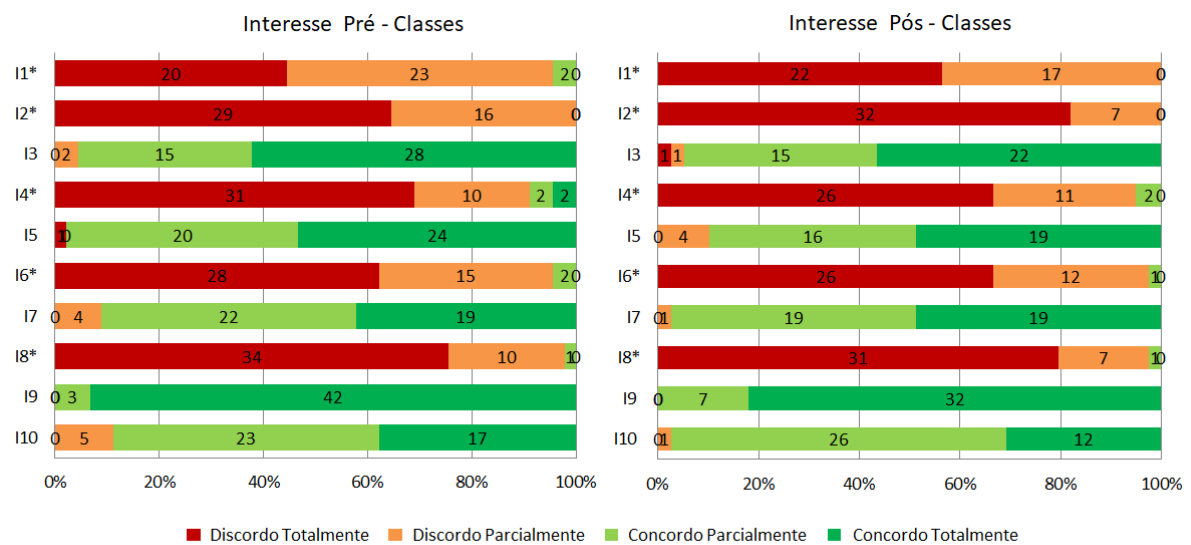
C6 - Estou confiante de que posso resolver problemas usando programas de computador.

C7* - Não me sinto confortável em aprender conceitos de computação.

C8* - Eu duvido que eu possa resolver problemas usando programas de computador.

Figura G.15: Variação da Confiança no questionário de Atitudes no início e fim do semestre letivo

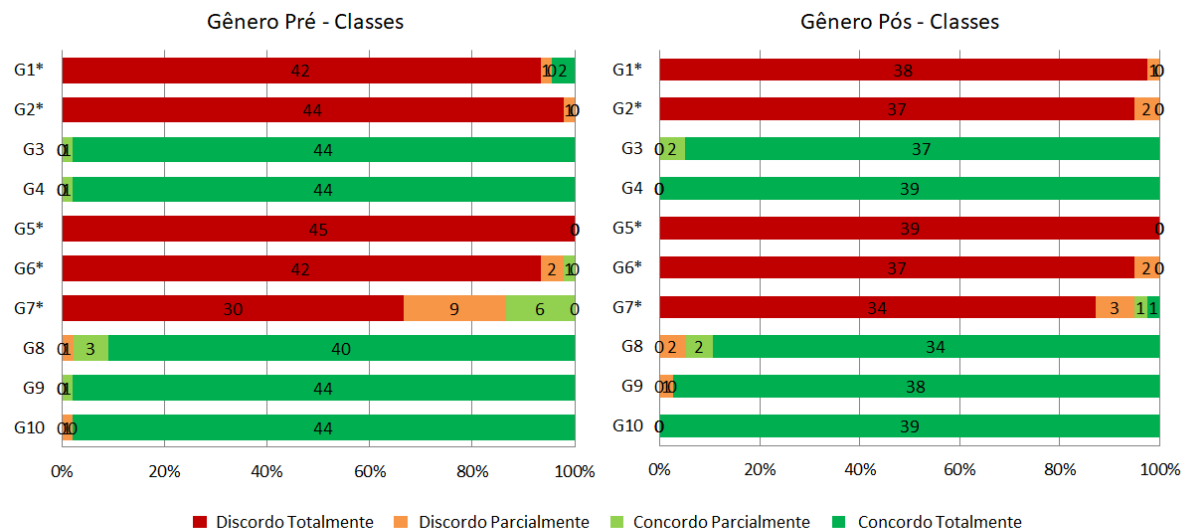
G.5.2 Interesse



- I1* - Eu não faria disciplinas adicionais de informática se me dessem a oportunidade.
 I2* - Eu acho que a computação é chata.
 I3 - Espero que minha carreira futura exija o uso de conceitos de computação.
 I4* - O desafio de resolver problemas usando computação não me atrai.
 I5 - Eu gosto de usar a computação para resolver problemas.
 I6* - Eu não gosto de usar computação para resolver problemas.
 I7 - O desafio de resolver problemas usando a ciência da computação me atrai.
 I8* - Espero encontrar uma carreira que não requeira o uso de conceitos de computação.
 I9 - Eu acho que a computação é interessante.
 I10 - Eu participaria voluntariamente de disciplinas adicionais de computação se me fosse dada a oportunidade.

Figura G.16: Variação do Interesse no questionário de Atitudes no início e fim do semestre letivo

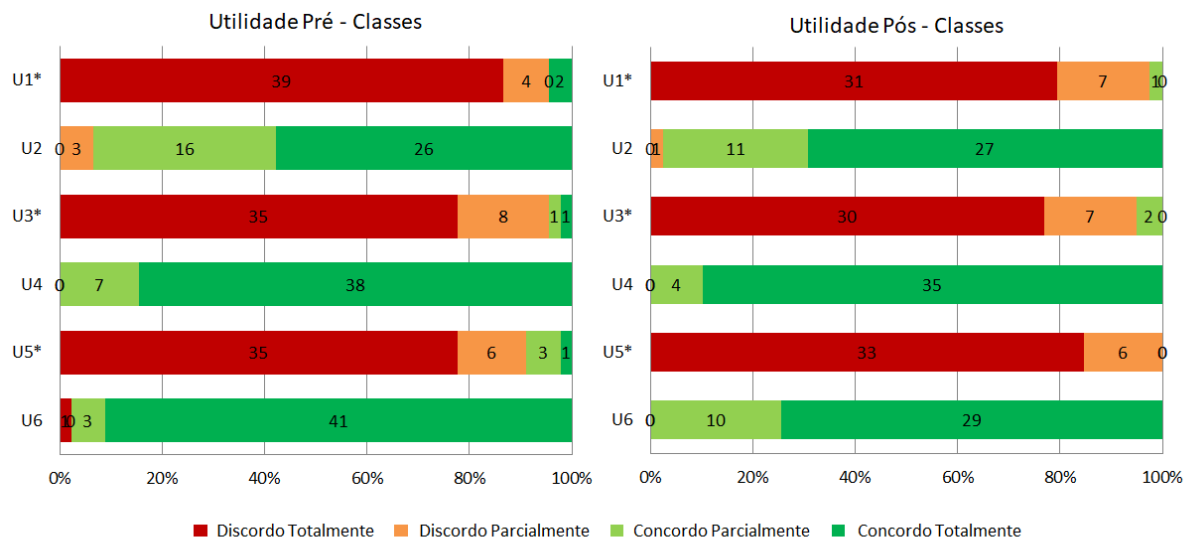
G.5.3 Gênero



- G1* - Eu duvido que uma mulher possa se destacar em cursos de computação.
 G2* - Os homens são mais capazes que as mulheres em resolver problemas de computação.
 G3 - A computação é uma disciplina apropriada para estudarem tanto homens como mulheres.
 G4 - Mulheres e homens podem ambos se destacar em carreiras que envolvam computação.
 G5* - Não é apropriado que mulheres estudem computação.
 G6* - Os homens produzem um trabalho de maior qualidade na computação do que as mulheres.
 G7* - Os homens são mais propensos a se destacar em carreiras que envolvem computação do que as mulheres.
 G8 - As mulheres produzem o mesmo trabalho de qualidade na computação que os homens.
 G9 - Homens e mulheres são igualmente capazes de resolver problemas de computação.
 G10 - Homens e mulheres podem ambos se destacar em disciplinas de computação.

Figura G.17: Variação da opiniões de Gênero no questionário de Atitudes no início e fim do semestre letivo

G.5.4 Utilidade



U1* - Desenvolver habilidades de computação não terá um papel em me ajudar a alcançar meus objetivos de carreira.

U2 - O conhecimento de computação me permitirá garantir um bom trabalho.

U3* - Meus objetivos de carreira não exigem que eu aprenda habilidades de computação.

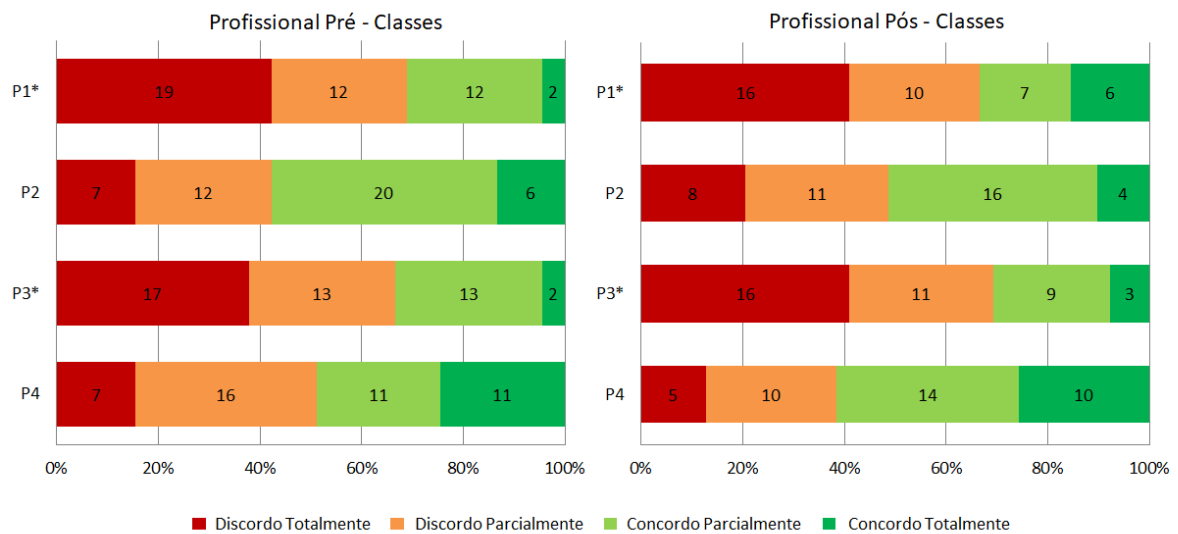
U4 - Desenvolver habilidades de computação será importante para meus objetivos de carreira.

U5* - O domínio das habilidades de computação não me ajudará a garantir um bom emprego.

U6 - Eu espero que aprender a usar habilidades de computação me ajude a alcançar meus objetivos de carreira.

Figura G.18: Variação das opiniões de Utilidade no questionário de Atitudes no início e fim do semestre letivo

G.5.5 Profissional



P1* - Um estudante com bom desempenho em computação provavelmente não terá uma vida fora dos computadores.

P2 - Um estudante com bom desempenho em computação provavelmente terá uma vida fora dos computadores.

P3* - Alunos com conhecimentos de computação são menos populares que outros estudantes.

P4 - Os estudantes com conhecimentos de computação são tão populares quanto outros estudantes.

Figura G.19: Variação da opiniões sobre o âmbito Profissional no questionário de Atitudes no início e fim do semestre letivo

Apêndice H

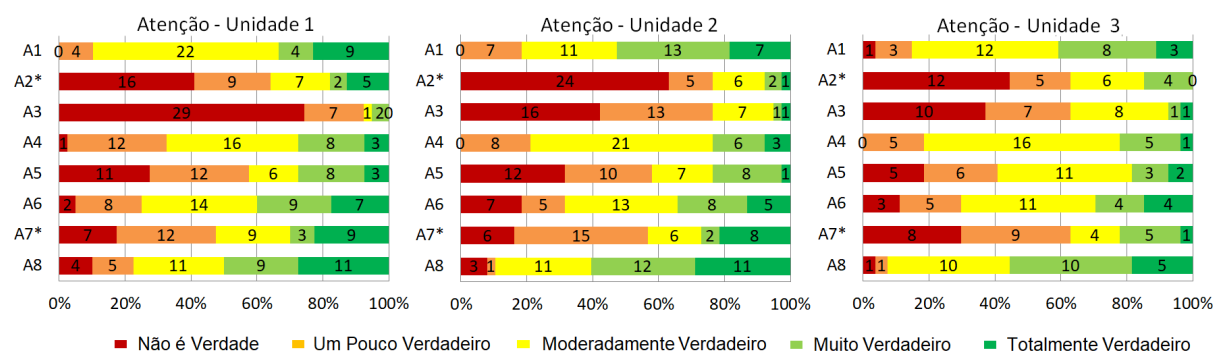
Gráficos de Barras Empilhadas - Caso B

Aqui exibimos os gráficos de barras empilhadas referentes a cada uma das categorias de motivação, engajamento e atitudes do caso B.

H.1 Motivação CIS - MT

Esta seção aborda os resultados obtidos para cada categoria do modelo ARCS de motivação por meio do instrumento CIS.

H.1.1 Atenção



A1 - O professor sabe como nos fazer sentir entusiasmados com o assunto desta disciplina.

A2* - Esta disciplina tem muito pouca coisa que capta minha atenção.

A3 - O professor cria suspense ao desenvolver um assunto.

A4 - Os alunos desta disciplina parecem curiosos sobre o conteúdo.

A5 - O professor faz coisas incomuns ou surpreendentes que são interessantes.

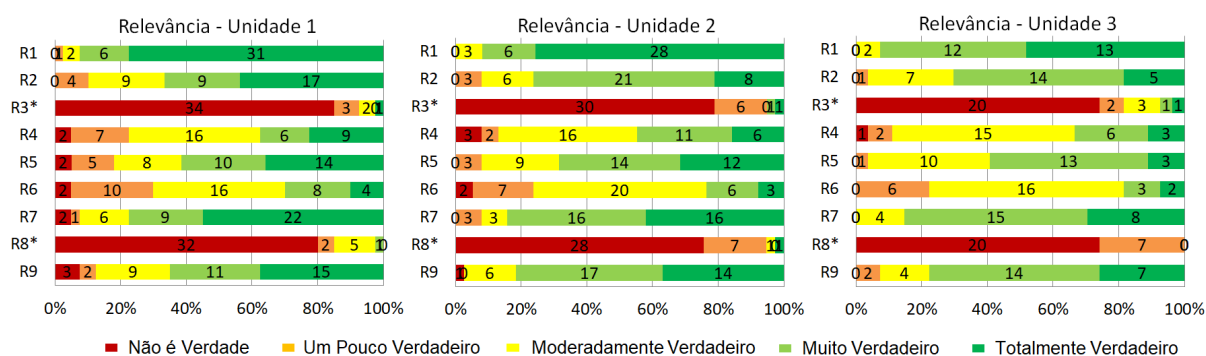
A6 - O professor usa uma variedade interessante de técnicas de ensino.

A7* - Costumo sonhar acordado (ficar distraído) enquanto estou nas aulas desta disciplina.

A8 - Minha curiosidade é muitas vezes estimulada por questões feitas ou por problemas dados sobre o conteúdo desta disciplina.

Figura H.1: Variação da Atenção ao longo das três unidades

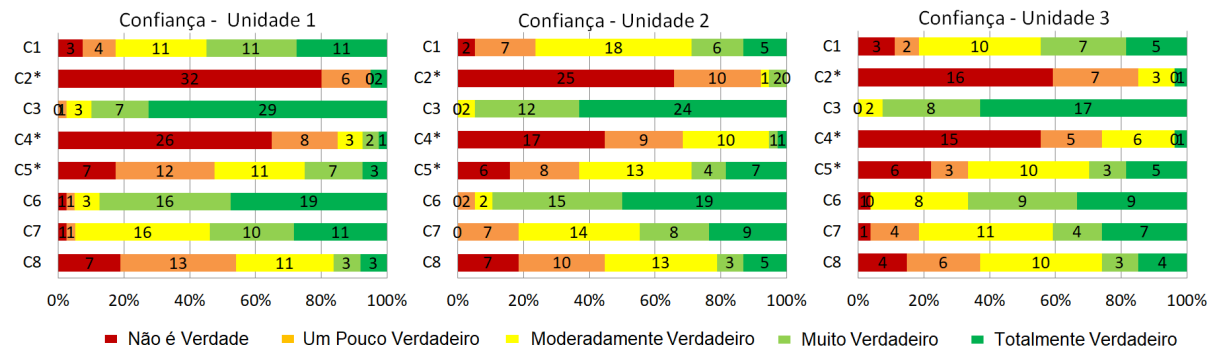
H.1.2 Relevância



- R1 - As coisas que estou aprendendo nesta disciplina serão úteis para mim.
 R2 - O professor faz com que o assunto desta disciplina pareça importante.
 R3* - NÃO vejo como o conteúdo desta disciplina se relaciona com qualquer coisa que eu já conheça.
 R4 - Nesta disciplina procuro estabelecer e alcançar altos padrões de excelência.
 R5 - O conteúdo desta disciplina relaciona-se com as minhas expectativas e objetivos.
 R6 - Os alunos participam ativamente das aulas.
 R7 - Para realizar meus objetivos, é importante que eu vá bem nesta disciplina.
 R8* - Eu NÃO acho que vou me beneficiar muito desta disciplina.
 R9 - Os benefícios pessoais desta disciplina estão claros para mim.

Figura H.2: Variação da Relevância ao longo das três unidades

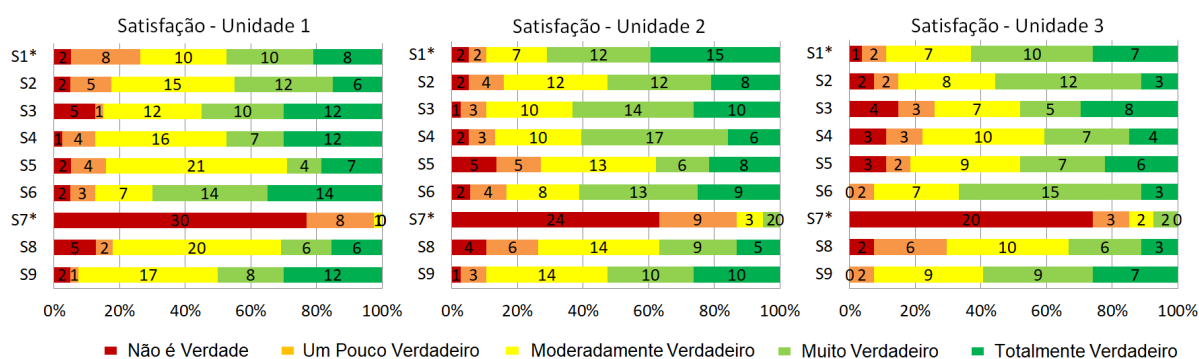
H.1.3 Confiança



- C1 - Eu me sinto confiante de que vou me dar bem nesta disciplina.
 C2* - Você tem que ter sorte para obter boas notas nesta disciplina.
 C3 - Ter ou não ter sucesso nesta disciplina depende de mim.
 C4* - O assunto desta disciplina é difícil demais para mim.
 C5* - É difícil prever a nota que o professor dará às minhas tarefas.
 C6 - Por estar fazendo esta disciplina, acredito que posso ter sucesso se eu me esforçar o bastante.
 C7 - Eu acho razoavelmente correto o nível de desafio nesta disciplina: nem muito fácil nem muito difícil.
 C8 - Recebo feedback suficiente para saber quão bem estou indo.

Figura H.3: Variação da Confiança ao longo das três unidades

H.1.4 Satisfação



S1* - Eu tenho que trabalhar muito para ter sucesso nesta disciplina.

S2 - Eu sinto que esta disciplina me dá muita satisfação.

S3 - Eu sinto que as notas ou outro reconhecimento que recebo são justos em comparação com outros alunos.

S4 - Eu gosto de estudar para esta disciplina.

S5 - Estou satisfeito com as avaliações que o professor fez do meu trabalho em comparação com o quão bem eu acho que fui.

S6 - Eu me sinto satisfeito com o que estou aprendendo nesta disciplina.

S7* - Eu me sinto bastante desapontado com esta disciplina.

S8 - Eu sinto que recebo reconhecimento suficiente do meu trabalho nesta disciplina através das notas, comentários ou outros feedbacks.

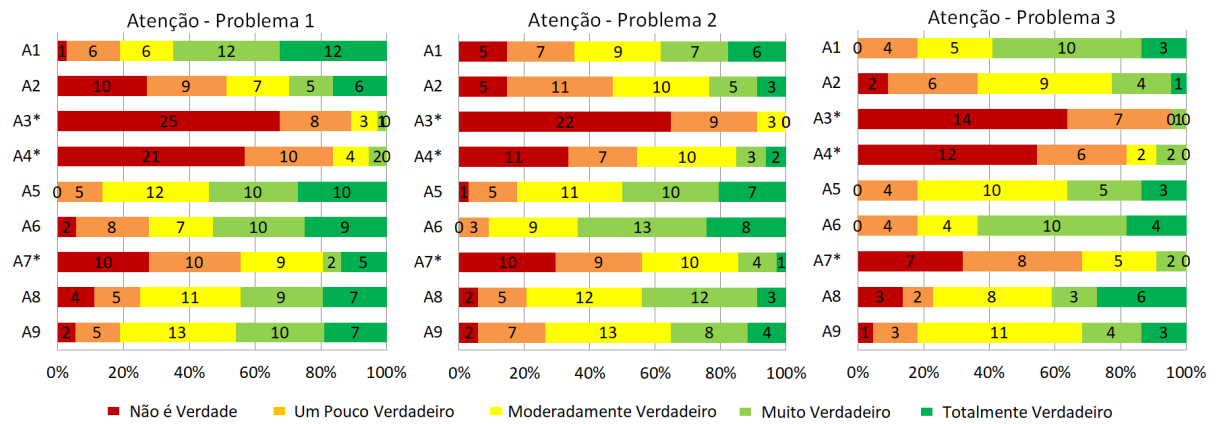
S9 - A quantidade de trabalho que tenho que fazer é apropriada para esse tipo de disciplina.

Figura H.4: Variação da Satisfação ao longo das três unidades

H.2 Motivação IMMS - MI

Esta seção aborda os resultados obtidos para cada categoria do modelo ARCS de motivação por meio do instrumento IMMS.

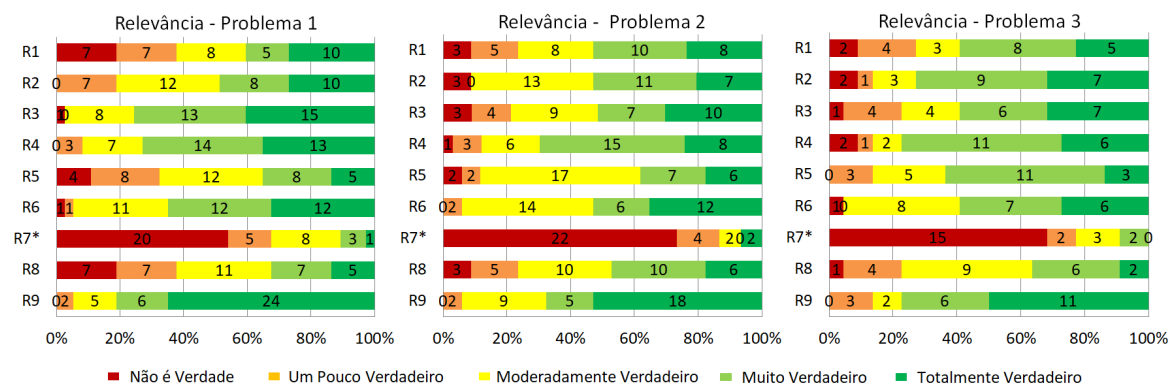
H.2.1 Atenção



- A1 - Havia algo de interessante no início do Problema que chamou a minha atenção.
 A2 - O conteúdo do Problema saltou a meus olhos.
 A3* - O conteúdo do Problema é tão abstrato que foi difícil manter a minha atenção nas sessões tutoriais.
 A4* - O conteúdo do Problema me pareceu seco e pouco atraente.
 A5 - A maneira como a informação foi organizada no Problema ajudou a manter minha atenção.
 A6 - O Problema teve coisas que estimularam minha curiosidade.
 A7* - Às vezes, a quantidade de repetições feitas sobre alguns assuntos me levou a ficar entediado.
 A8 - Eu aprendi algumas coisas que foram surpreendentes ou inesperadas.
 A9 - Durante as sessões tutoriais, a variedade de exercícios, ilustrações, etc., ajudou a manter minha atenção.

Figura H.5: Variação da Atenção ao longo dos três problemas

H.2.2 Relevância



R1 - Ficou claro para mim como o conteúdo do Problema está relacionado com coisas que eu já sei.

R2 - Houve exemplos que me mostraram como o conteúdo do Problema pode ser importante para as pessoas que estão aprendendo programação.

R3 - Completar com êxito as atividades do Problema foi importante para mim.

R4 - O conteúdo aprendido no Problema é relevante para os meus interesses.

R5 - Houve explicações e exemplos de como as pessoas usam o conhecimento adquirido no Problema.

R6 - O conteúdo e o estilo do Problema dão a impressão que vale a pena saber aqueles conceitos.

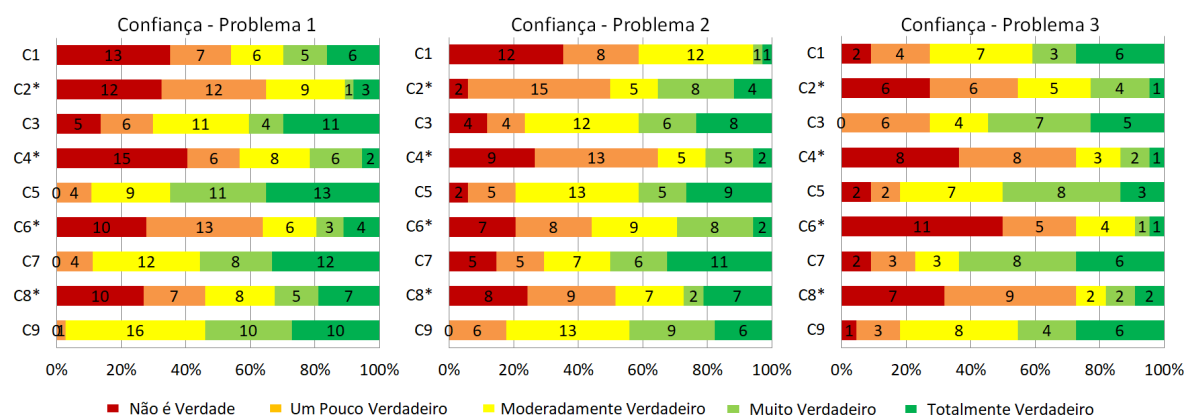
R7* - O conteúdo do Problema não foi relevante para as minhas necessidades, porque eu já sabia a maior parte do assunto.

R8 - Eu pude relacionar os conteúdos que aprendi no Problema com coisas que eu já vi, fiz ou pensei, na minha própria vida.

R9 - O conteúdo visto no Problema será útil para mim.

Figura H.6: Variação da Relevância ao longo dos três problemas PBL

H.2.3 Confiança



C1 - Quando eu vi os assuntos do Problema pela primeira vez, eu tive a impressão de que seriam fáceis para mim.

C2* - Os assuntos do Problema foram mais difíceis de entender do que eu gostaria que fossem.

C3 - Depois das primeiras sessões tutoriais do Problema, senti-me confiante de que eu sabia o que eu devia aprender.

C4* - Várias sessões do Problema tinham tanta informação que era difícil escolher e lembrar quais os pontos importantes.

C5 - Enquanto eu participava das sessões tutoriais do Problema, eu estava confiante de que eu poderia aprender o conteúdo.

C6* - Os exercícios no Problema foram muito difíceis.

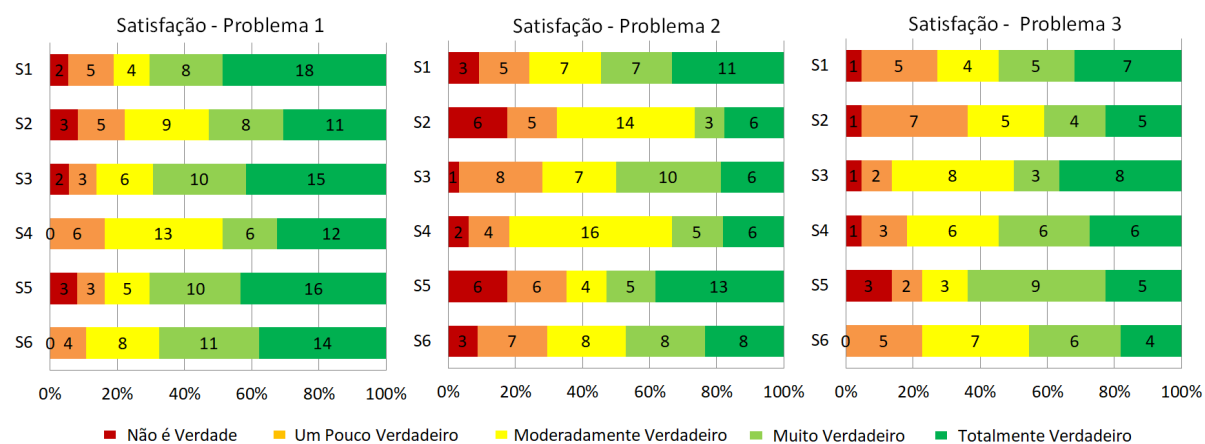
C7 - Após trabalhar no Problema por um tempo, senti-me confiante de que eu seria capaz de passar na avaliação deste problema.

C8* - Eu não pude compreender como algumas coisas eram feitas no Problema.

C9 - A boa organização do conteúdo no Problema ajudou-me a sentir confiança que eu aprenderia o assunto.

Figura H.7: Variação da Confiança ao longo dos três problemas PBL

H.2.4 Satisfação



S1 - Completar os exercícios do Problema me deu uma sensação gratificante de realização.

S2 - Eu gostei tanto do Problema que eu gostaria de saber mais sobre os conteúdos abordados.

S3 - Eu realmente gostei de estudar programação com o Problema.

S4 - O feedback e as observações passadas pelo professor ajudaram-me a sentir recompensado pelo meu esforço.

S5 - Eu me senti bem ao concluir com êxito o Problema.

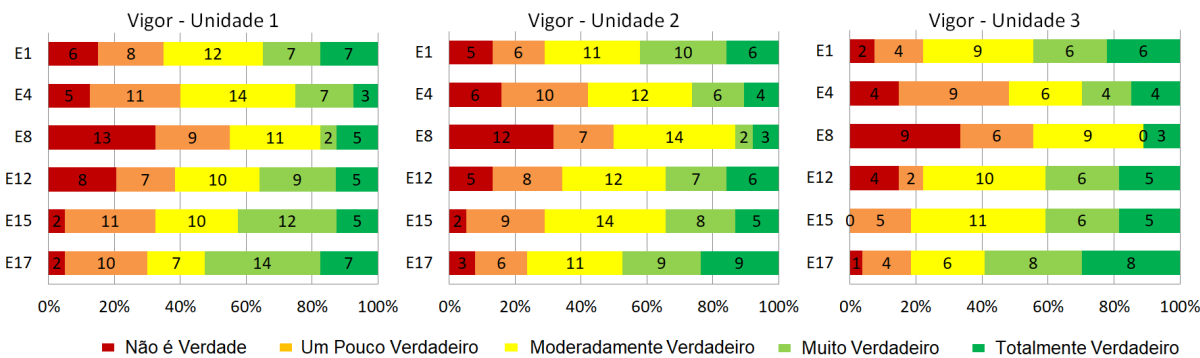
S6 - Foi um prazer estudar com a metodologia utilizada no Problema.

Figura H.8: Variação da Satisfação ao longo dos três problemas PBL

H.3 Engajamento - MT

Esta seção aborda os resultados obtidos para cada categoria do modelo de engajamento UWES-S no MT.

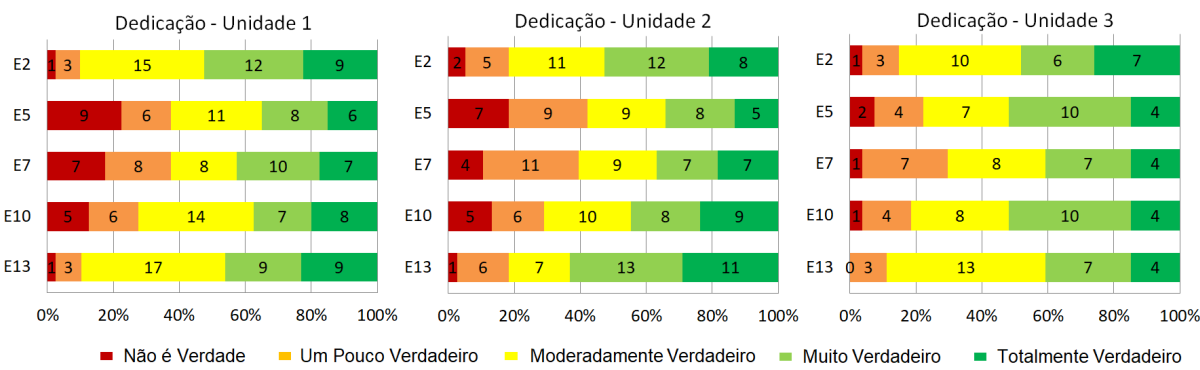
H.3.1 Vigor



- E1 - Quando eu faço minhas atividades como aluno, sinto-me cheio de energia.
E4 - Sinto-me forte e com vigor (vitalidade) quando estudo ou vou para as aulas.
E8 - Quando acordo pela manhã, sinto vontade de ir para aula.
E12 - Eu consigo continuar estudando por períodos longos de tempo.
E15 - Eu sou mentalmente resiliente (versátil) com relação aos meus estudos.
E17 - Em relação aos meus estudos, sempre persevero (persisto) mesmo quando as coisas não dão certo.

Figura H.9: Variação do Vigor ao longo das três unidades

H.3.2 Dedicção



E2 - Eu considero meus estudos repletos de significado e propósito.

E5 - Estou entusiasmado com meus estudos.

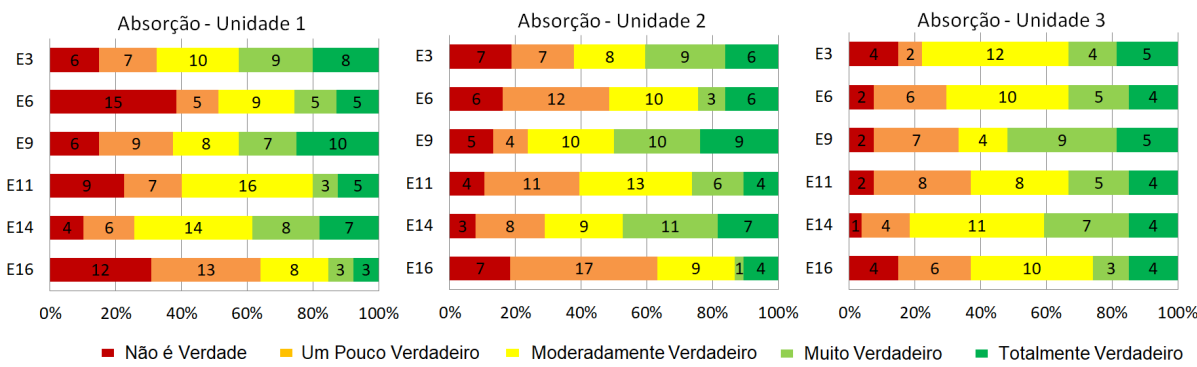
E7 - Meu estudo me inspira.

E10 - Tenho orgulho dos meus estudos.

E13 - Para mim, meus estudos são desafiadores.

Figura H.10: Variação da Dedicção ao longo das três unidades

H.3.3 Absorção



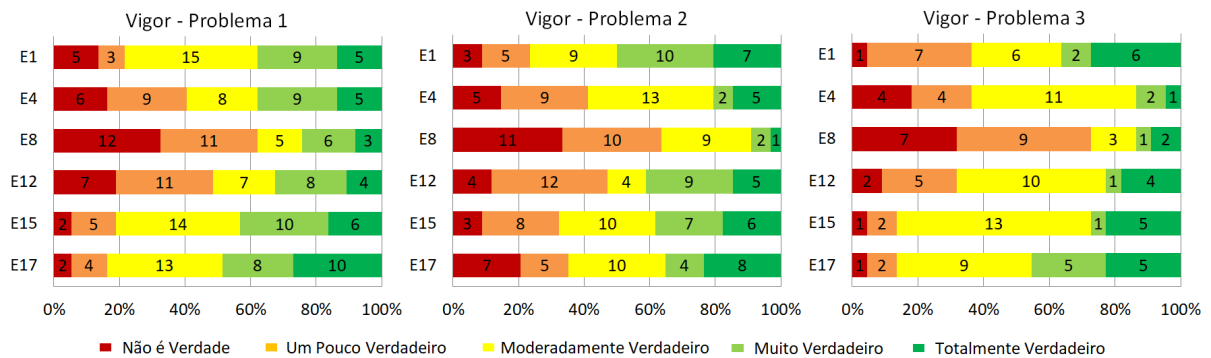
E3 - O tempo voa quando estou estudando.
E6 - Quando estou estudando, esqueço tudo ao meu redor.
E9 - Sinto-me feliz quando estudo intensamente.
E11 - Estou imerso (compenetrado) em meus estudos.
E14 - Eu me entrego (envolvo) quando estou estudando.
E16 - É difícil desligar-me dos meus estudos.

Figura H.11: Variação da Absorção ao longo das três unidades

H.4 Engajamento - MI

Esta seção aborda os resultados obtidos para cada categoria do modelo de engajamento UWES-S no MI.

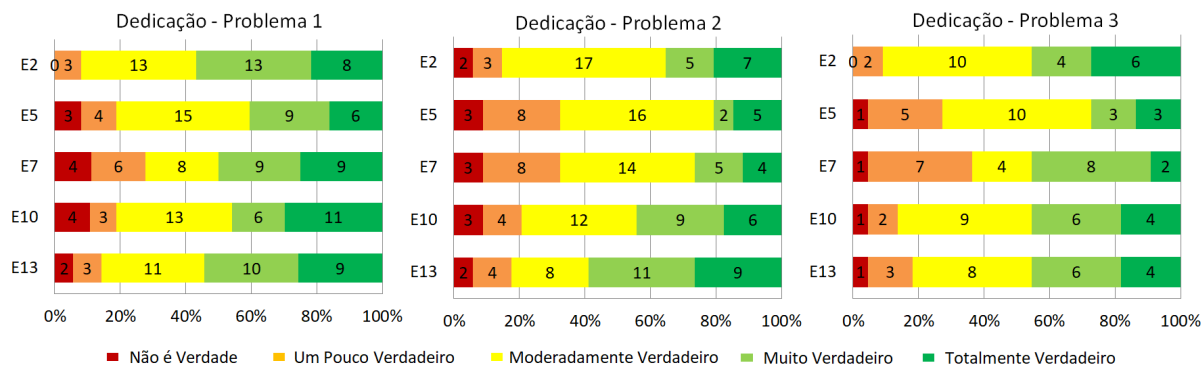
H.4.1 Vigor



E1 - Quando eu faço minhas atividades como aluno, sinto-me cheio de energia.
 E4 - Sinto-me forte e com vigor (vitalidade) quando estudo ou vou para as aulas.
 E8 - Quando acordo pela manhã, sinto vontade de ir para aula.
 E12 - Eu consigo continuar estudando por períodos longos de tempo.
 E15 - Eu sou mentalmente resiliente (versátil) com relação aos meus estudos.
 E17 - Em relação aos meus estudos, sempre persevero (persisto) mesmo quando as coisas não dão certo.

Figura H.12: Variação do Vigor ao longo dos três problemas PBL

H.4.2 Dedicção



E2 - Eu considero meus estudos repletos de significado e propósito.

E5 - Estou entusiasmado com meus estudos.

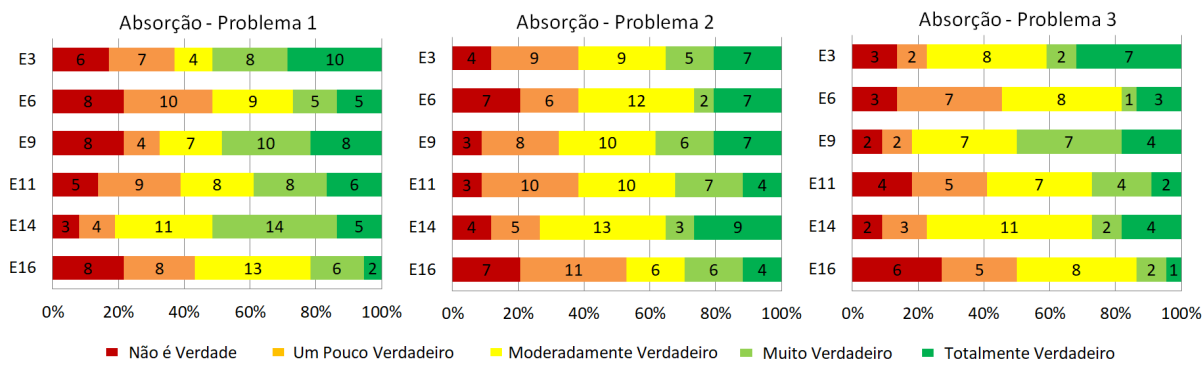
E7 - Meu estudo me inspira.

E10 - Tenho orgulho dos meus estudos.

E13 - Para mim, meus estudos são desafiadores.

Figura H.13: Variação da Dedicção ao longo dos três problemas PBL

H.4.3 Absorção



E3 - O tempo voa quando estou estudando.
E6 - Quando estou estudando, esqueço tudo ao meu redor.
E9 - Sinto-me feliz quando estudo intensamente.
E11 - Estou imerso (compenetrado) em meus estudos.
E14 - Eu me entrego (envolvo) quando estou estudando.
E16 - É difícil desligar-me dos meus estudos.

Figura H.14: Variação da Absorção ao longo dos três problemas PBL

H.5 Atitudes

Esta seção aborda os resultados obtidos para as categorias de atitudes antes e após o EI.

H.5.1 Confiança

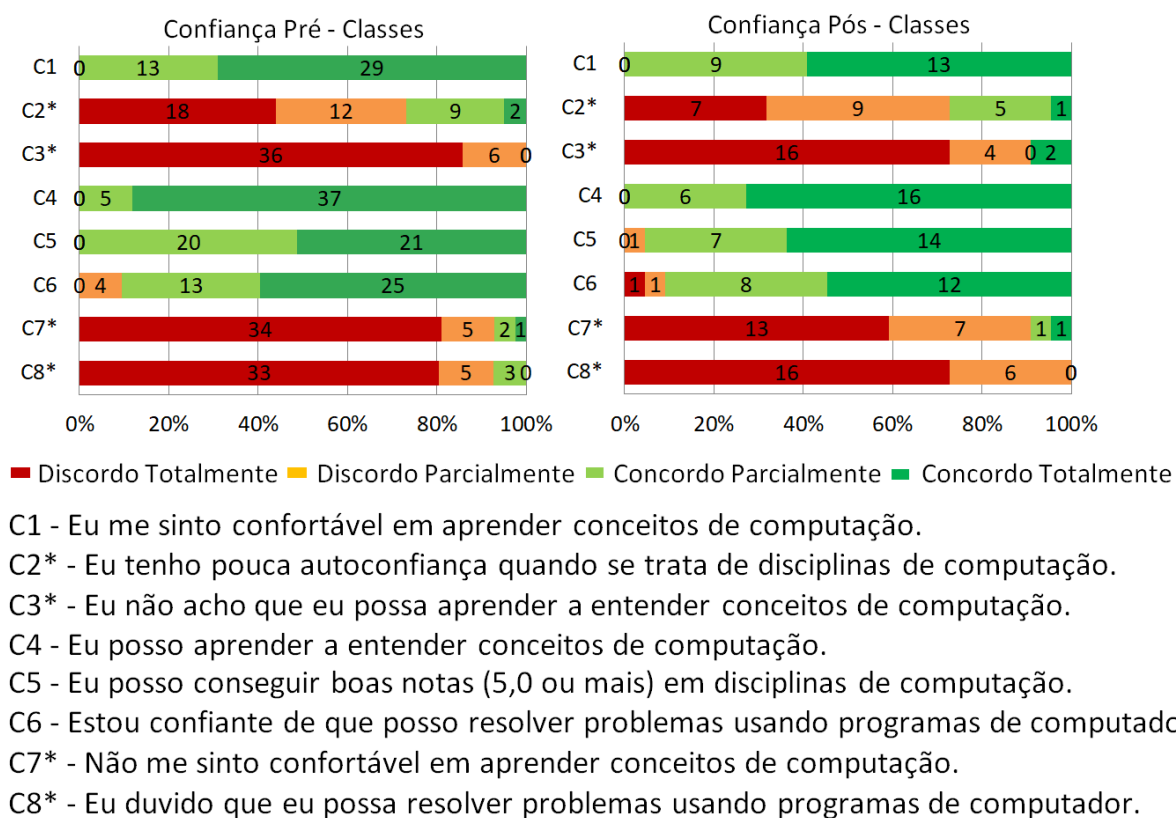


Figura H.15: Variação da Confiança no questionário de Atitudes no início e fim do semestre letivo

H.5.2 Interesse

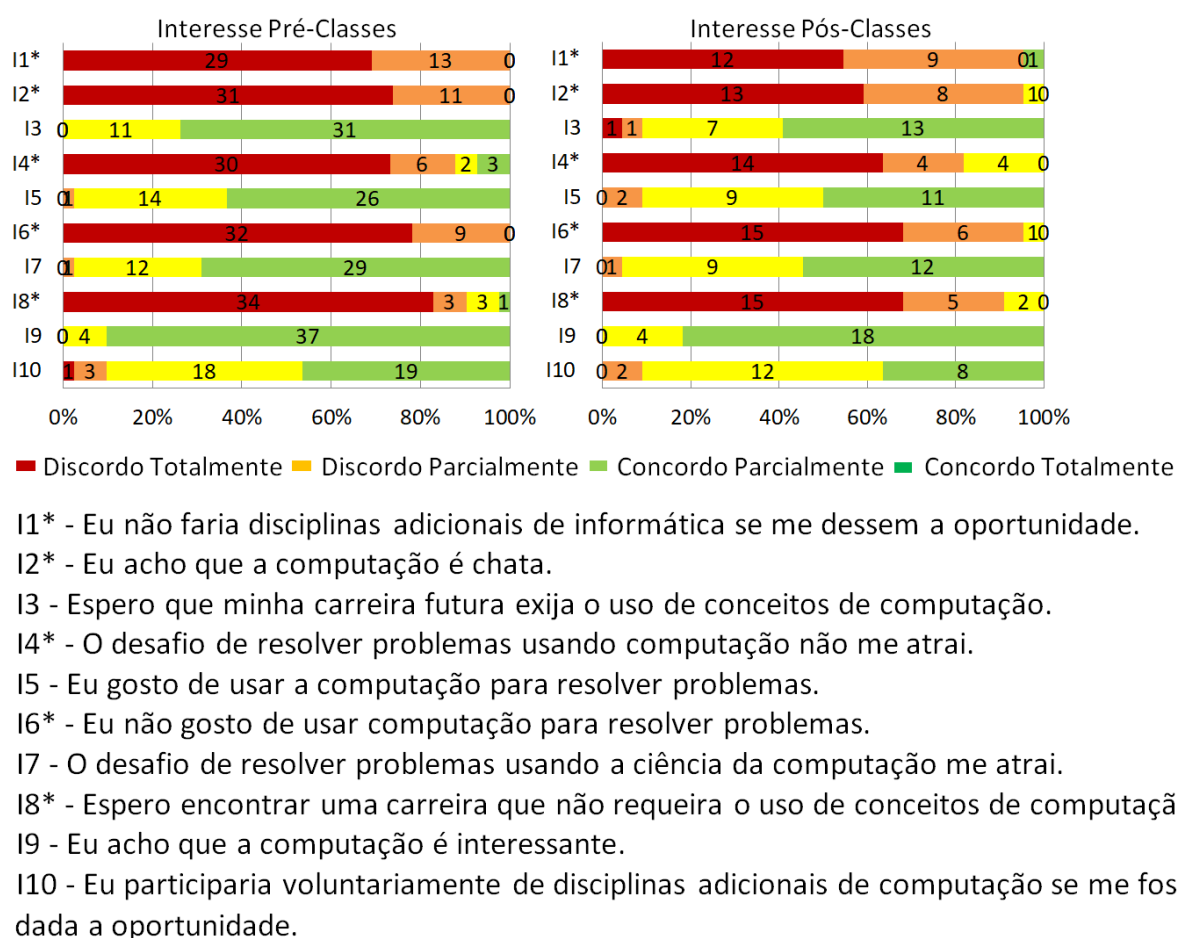
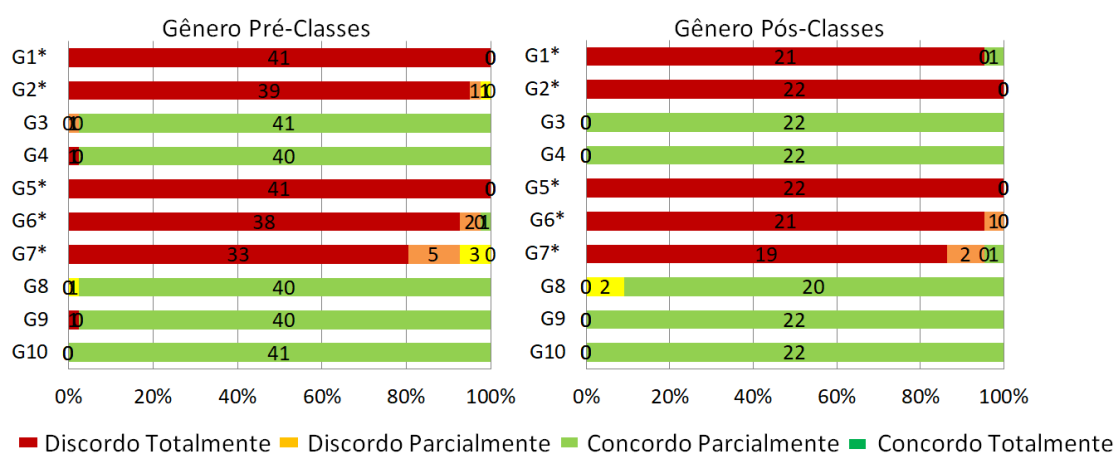


Figura H.16: Variação do Interesse no questionário de Atitudes no início e fim do semestre letivo

H.5.3 Gênero



G1* - Eu duvido que uma mulher possa se destacar em cursos de computação.

G2* - Os homens são mais capazes que as mulheres em resolver problemas de computação.

G3 - A computação é uma disciplina apropriada para estudarem tanto homens como mulheres.

G4 - Mulheres e homens podem ambos se destacar em carreiras que envolvam computação.

G5* - Não é apropriado que mulheres estudem computação.

G6* - Os homens produzem um trabalho de maior qualidade na computação do que as mulheres.

G7* - Os homens são mais propensos a se destacar em carreiras que envolvem computação do que as mulheres.

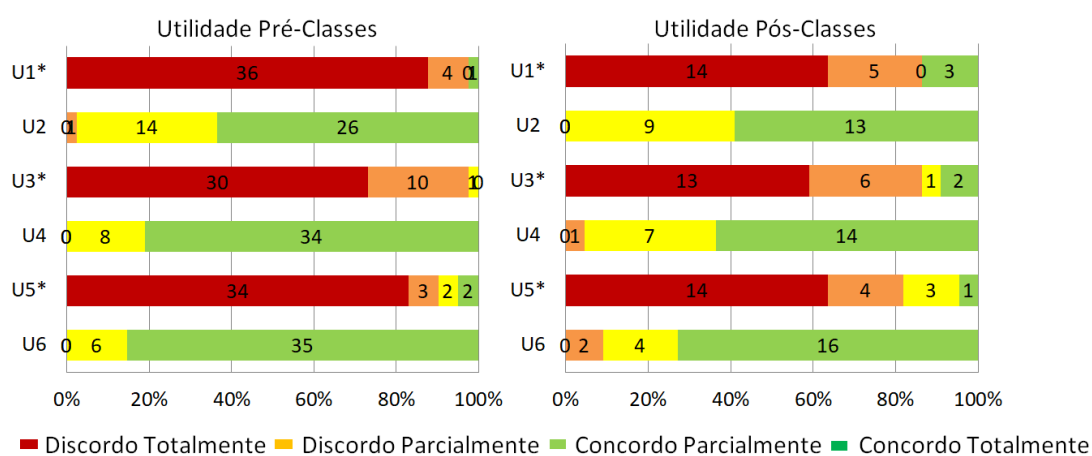
G8 - As mulheres produzem o mesmo trabalho de qualidade na computação que os homens.

G9 - Homens e mulheres são igualmente capazes de resolver problemas de computação.

G10 - Homens e mulheres podem ambos se destacar em disciplinas de computação.

Figura H.17: Variação da opiniões de Gênero no questionário de Atitudes no início e fim do semestre letivo

H.5.4 Utilidade



U1* - Desenvolver habilidades de computação não terá um papel em me ajudar a alcançar meus objetivos de carreira.

U2 - O conhecimento de computação me permitirá garantir um bom trabalho.

U3* - Meus objetivos de carreira não exigem que eu aprenda habilidades de computação.

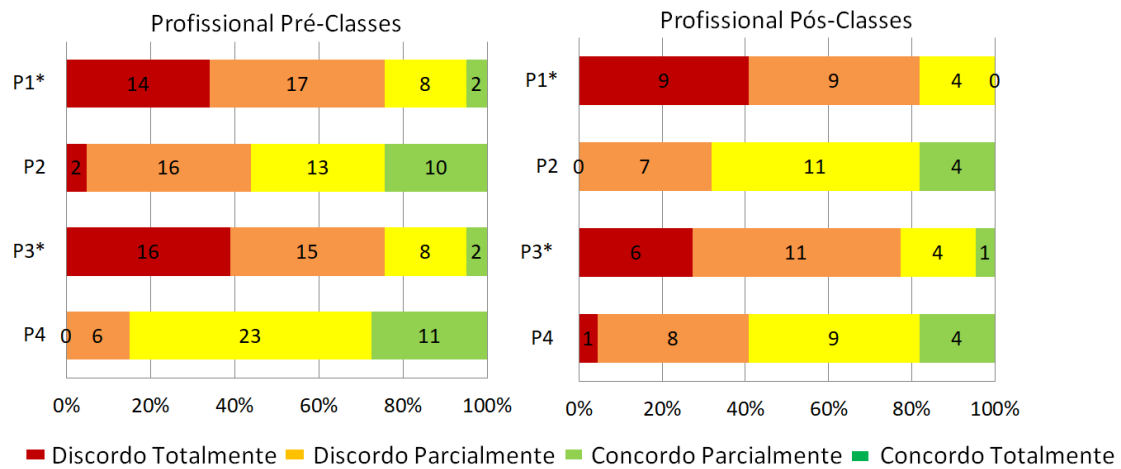
U4 - Desenvolver habilidades de computação será importante para meus objetivos de carreira.

U5* - O domínio das habilidades de computação não me ajudará a garantir um bom emprego.

U6 - Eu espero que aprender a usar habilidades de computação me ajude a alcançar meus objetivos de carreira.

Figura H.18: Variação das opiniões de Utilidade no questionário de Atitudes no início e fim do semestre letivo

H.5.5 Profissional



P1* - Um estudante com bom desempenho em computação provavelmente não terá uma vida fora dos computadores.

P2 - Um estudante com bom desempenho em computação provavelmente terá uma vida fora dos computadores.

P3* - Alunos com conhecimentos de computação são menos populares que outros estudantes.

P4 - Os estudantes com conhecimentos de computação são tão populares quanto outros estudantes.

Figura H.19: Variação da opiniões sobre o âmbito Profissional no questionário de Atitudes no início e fim do semestre letivo