

Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Coordenação de Pós-Graduação em Ciência da Computação

Um estudo sobre os efeitos do Pensamento Computacional na
educação

Rivanilson da Silva Rodrigues

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em
Ciência da Computação da Universidade Federal de Campina Grande -
Campus I como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau
de Mestre em Ciência da Computação.

Área de Concentração: Ciência da Computação

Linha de Pesquisa: Educação em Ciência da Computação

Wilkerson de Lucena Andrade

(Orientador)

Lívia Maria Rodrigues Sampaio Campos

(Co-orientadora)

Campina Grande, Paraíba, Brasil

©Rivanilson da Silva Rodrigues, 09/03/2017

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

R696e Rodrigues, Rivanilson da Silva.
Um estudo sobre os efeitos do pensamento computacional na educação /
Rivanilson da Silva Rodrigues. - Campina Grande, 2017.
95 f. il. color.

Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade Federal de
Campina Grande, Centro de Engenharia Elétrica e Informática, 2017.
"Orientação: Prof. Dr. Wilkerson de Lucena Andrade, Prof^ª. Dr^ª Livia Maria
Rodrigues Sampaio Campos".
Referências.

1. Programação de Computadores. 2. Pensamento Computacional. 3. Educação.
I. Andrade, Wilkerson de Lucena. II. Campos, Livia Maria Rodrigues Sampaio.
III. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande (PB). IV. Título.

CDU 004.42(043)

**"UM ESTUDO SOBRE OS EFEITOS DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL NA
EDUCAÇÃO"**

RIVANILSON DA SILVA RODRIGUES

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 09/03/2017

W. Kerson de Lucena Andrade
WILKERSON DE LUCENA ANDRADE, Dr., UFCG
Orientador(a)

Livia Maria Rodrigues Sampaio Campos
LÍVIA MARIA RODRIGUES SAMPAIO CAMPOS, Dra., UFCG
Orientador(a)

Dalton Dario Serey Guerrero
DALTON DARIO SEREY GUERRERO, Dr., UFCG
Examinador(a)

EDUARDO HENRIQUE DA SILVA ARANHA, Dr., UFRN
Examinador(a)

CAMPINA GRANDE - PB

Resumo

Garantir que a população tenha acesso a uma educação básica de qualidade não é uma tarefa fácil, segundo o mais recente relatório da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) sobre a avaliação do PISA (*Programme for International Student Assessment*) realizada em 2012 aponta que 21.4% dos estudantes avaliados de 65 Países não atingiram o nível mínimo de proficiência em resolução de problemas para prosseguir na vida adulta e exercer sua cidadania. Especialmente no Brasil essa situação é ainda mais preocupante, pois esse número ultrapassa os 60%. Assim, buscar recursos educacionais que favoreçam o aprendizado de práticas de resolução de problemas é fundamental. Nesse sentido, pesquisas na área de Educação em Ciência da Computação indicam que o Pensamento Computacional (PC) pode desenvolver ou aprimorar habilidades de resolução de problemas, estas por sua vez, podem ser extensíveis para áreas como Matemática, Ciências Naturais e até mesmo Humanas e Línguas. Contudo, ainda são poucos os estudos que apresentam evidências quantitativas dos efeitos do PC na educação básica. Assim, muitos pesquisadores acreditam que os benefícios do PC na educação ainda não são claros. Dessa forma, é necessário entender como avaliar seus benefícios e quais são seus efeitos no processo de aprendizagem formal. Nesse contexto, o objetivo geral deste trabalho foi analisar de forma quantitativa o efeito do PC desenvolvido pela programação de computadores na capacidade de resolução de problemas e no desempenho de estudantes no ensino básico. Buscamos responder a seguinte questão de pesquisa RQ: O PC desenvolvido pelo aprendizado em programação pode melhorar habilidades de resolução de problemas, bem como o desempenho de estudantes em disciplinas da educação? Para isso, realizamos 4 estudos empíricos que envolveram a metodologias *ex-post facto* e *quase-experimental*. Os resultados encontrados em cada estudo convergiram de modo geral e indicam que PC pode contribuir para o aprimoramento de habilidades de resolução de problemas e do desempenho escolar em áreas do conhecimento avaliadas durante a educação básica brasileira.

Abstract

Ensure that the population has access to a quality basic education is not an easy task, according to OECD (Organization report for Economic Cooperation and Development) in the latest PISA assessment (*Programme for International Student Assessment*) in 2012 shows that 21.4% of the students of 65 countries assessed do not have reached the minimum level of proficiency in problem solving to continue in the adulthood and exercise their citizenship. Especially in Brazil, this situation is even more worrying because this number exceeds 60% of students. So, seek educational resources that promote the learning problem solving practices is essential. In this sense, qualitative researches in Computer Science Education indicate that Computational Thinking (CT) can develop or improve problem solving skills, these can be extended to areas beyond computation such as Mathematics, Natural Sciences, Human Sciences even Linguistic. However, there are few studies that present quantitative evidence of CT effects on basic education. Thus, many researchers believe that the benefits of PC education are still unclear. Therefore, it is necessary understand how to evaluate and what are the effects of CT on the formal learning process. In this context, the objective of this work was to analyze quantitatively the possible effect of the CT developed by computer programming on problem solving skills and school performance of students in higher and basic education. We seek to answer the following research question RQ: Can CT developed by computer programming learning improve problem-solving skills as well as the student performance in disciplines of basic education? Thus, we conducted four empirical studies involving research methodologies *ex post facto* and *quasi-experimental*. The results in each study generally converged and indicate that CT can contribute to enhancement of problem solving skills and scholar performance of the students on areas of knowledge assessed in Brazilian basic education.

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus por permitir a minha existência e guiar-me até aqui.

Especialmente aos meus queridos pais José Rodrigues Alves e Eridan da Silva Rodrigues, pela educação, orientação, apoio e conselhos que me deram durante todos os momentos da minha vida.

A minha esposa Anny, a minha irmã Rivania, aos meus avós paternos Zé Pedro e Dona Rita e a minha avó materna Rita Neves agradeço pelo apoio, conselhos, carinho e pela compreensão que tiveram nos momentos de minha ausência no nosso seio familiar.

Aos meus orientadores Wilkerson Andrade e Líva Sampaio Campos agradeço pela imensa contribuição para o meu desenvolvimento intelectual e formação científica, pelo incentivo que sempre deram, e é claro pela paciência que tiveram para comigo na conclusão deste trabalho.

Aos professores Dalton Guerrero, Joseluze Cunha, Jorge Abrantes e João Arthur pela colaboração com o desenvolvimento desta pesquisa.

Por fim agradeço atenção e excelente trabalho realizado por todos na COPIN.

*O desenho de nossas vidas, como a
chama de uma vela, é continuamente
conduzido em novas direções por
diversos eventos aleatórios que,
juntamente com nossas reações a eles,
determinam nosso destino. Como
resultado, a vida é ao mesmo tempo
difícil de prever e difícil de interpretar.*

Leonard Mlodinow, *O Andar do Bêbado*

Conteúdo

1	Introdução	1
1.1	Contextualização	1
1.2	Problema de pesquisa	2
1.3	Objetivo	3
1.3.1	Objetivos específicos	3
1.4	Questão de pesquisa e hipóteses	3
1.5	Contribuições	4
1.6	Organização da dissertação	4
2	Fundamentação teórica	6
2.1	Introdução	6
2.2	Educação básica no Brasil	6
2.2.1	Avaliação da Educação básica	7
2.3	O que é Pensamento Computacional - PC?	10
2.3.1	Aprendizagem do PC	14
2.4	Conclusão do capítulo	20
3	Trabalhos Relacionados	22
3.1	Introdução	22
3.2	Desenvolvimento do Pensamento Computacional por meio da programação	23
3.3	Avaliação dos efeitos do Pensamento Computacional na educação	26
3.4	Conclusão do capítulo	28
4	Um estudo piloto sobre os efeitos do PC sobre o desempenho acadêmico na educação básica	30

4.1	Introdução	30
4.2	Metodologia	31
4.2.1	Design da Pesquisa	31
4.2.2	Questões de pesquisa e hipóteses	31
4.2.3	Coleta, análise primária dos dados e caracterização dos grupos	32
4.2.4	Análise dos dados	33
4.3	Resultados e discussão	33
4.3.1	RQ1: O PC tem alguma relação com o desempenho dos estudantes no ensino básico?	33
4.3.2	RQ2: O PC pode melhorar o desempenho dos estudantes no ensino básico?	35
4.3.3	Relações entre o PC e o ENEM	37
4.3.4	Ameaças à Validade	38
4.4	Conclusão	38
5	Revisitando os efeitos do PC sobre o desempenho acadêmico na educação básica	40
5.1	Introdução	40
5.2	Metodologia	41
5.2.1	Design da pesquisa	41
5.2.2	Questões de pesquisa e hipóteses	41
5.2.3	Amostra e coleta dos dados	42
5.2.4	Análise dos dados	43
5.3	Resultados e discussão	43
5.3.1	RQ1: O PC tem alguma relação com o desempenho dos estudantes no ensino básico?	43
5.3.2	RQ2: O PC pode melhorar o desempenho dos estudantes no ensino básico?	48
5.4	Ameaças à Validade	50
5.5	Conclusão	51
6	Avaliação dos efeitos do PC sobre as habilidades de resolução de problemas na educação básica	53

6.1	Introdução	53
6.2	Metodologia	54
6.2.1	Design	54
6.2.2	Questão de Pesquisa e hipóteses	54
6.2.3	Amostra e coleta de dados	55
6.2.4	Análise dos dados	56
6.3	Resultados e discussão	56
6.3.1	RQ: PC pode melhorar as habilidades de resolução de problemas de estudantes do ensino médio?	56
6.4	Ameaças à Validade	59
6.5	Conclusão	59
7	Avaliação dos efeitos do PC sobre as habilidades de resolução de problemas na educação superior	61
7.1	Introdução	61
7.1.1	Visão geral da disciplina de ICC	62
7.2	Metodologia	63
7.2.1	Design da pesquisa	63
7.2.2	Questões de pesquisa e hipóteses	64
7.2.3	Composição e validação do pré/pós-teste	65
7.2.4	Tópicos de PC na disciplina de ICC	65
7.2.5	Amostra, dados e evasão	67
7.2.6	Análise dos dados	69
7.3	Resultados e discussão	69
7.3.1	Análise da pré-testagem	70
7.3.2	RQ1: A introdução de tópicos em PC na disciplina de ICC pode melhorar habilidades de resolução de problemas dos estudantes nas áreas de Matemática, Ciências Naturais, Humanas e Línguas? . . .	71
7.3.3	RQ2: Habilidades de resolução de problemas dos estudantes nas áreas de Matemática, Ciências Naturais, Humanas e Línguas estão relacionadas com habilidades do PC?	73

7.4	Ameaças à Validade	75
7.4.1	Validade de Constructo	75
7.4.2	Validade Interna	75
7.4.3	Validade Externa	76
7.4.4	Validade de Conclusão	76
7.5	Conclusão	76
8	Conclusão	77
8.1	Contribuições	78
8.2	Trabalhos futuros	79
A	Pre-teste de programação	87
B	Formulário de coleta de dados sobre o perfil do aluno e ENEM	90
C	Pré-teste de Whimbey	95

Lista de Figuras

2.1	Linguagem e ambiente de programação visual Scratch	16
2.2	Exemplo de solução do nível 10 do labirinto no Blockly-games	17
2.3	Exemplo de solução de um nível do jogo Lightbot	17
2.4	Resolução de um estágio do jogo The Foos	18
2.5	Exemplo de atividade de computação desplugada. Extraído de (BELL; FELLOWS, 2015)	19
4.1	Gráficos de dispersão do desempenho no ENEM em função de habilidades em programação	34
5.1	Distribuição do desempenho geral no ENEM por grupos	44
5.2	Desempenho geral no ENEM por tipo de escola e grupos	44
5.3	Gráficos de dispersão do desempenho no ENEM em função de habilidades em programação	45
6.1	Distribuição do desempenho de estudantes no teste WASI por grupo	57
6.2	Boxplot com pontuações por grupo	58
7.1	Distribuição do desempenho geral no pré-teste por grupos	70
7.2	Distribuição do desempenho geral do grupo Experimental no pré-teste e pós-teste	71
7.3	Gráficos de dispersão do desempenho no ENEM em função de habilidades em programação	73

Lista de Tabelas

2.1	Matriz de Referência comum a todas as áreas de conhecimento. Fonte: Inep	9
4.1	Design da pesquisa	31
4.2	Caracterização dos grupos	33
4.3	Coefficiente de correlação de Pearson	34
4.4	Cálculo do valor t	35
4.5	P-value dos testes de normalidade, homocedasticidade e t-Student	36
4.6	Diferença média de pontos entre os grupos e intervalos de confiança	36
5.1	Design da pesquisa	41
5.2	Caracterização dos grupos	43
5.3	Tabela de Contingencia 2x2	46
5.4	Coefficiente de correlação de Pearson	47
5.5	Cálculo do valor t	47
5.6	Testes de hipótese	48
5.7	Diferença média e percentual entre os grupos e intervalos de confiança	49
5.8	Tamanho do efeito	50
6.1	Design da pesquisa	54
6.2	Amostra de estudantes por grupo	55
6.3	Diferença média e IC dos grupos no teste WASI	57
6.4	p -value dos testes de hipótese	58
7.1	Design da pesquisa	64
7.2	Tópicos do Curso	67
7.3	Etapas para Solução de Problemas	68

7.4	Mortalidade por fase da pesquisa	68
7.5	Pressupostos estatísticos: p-value dos testes de Normalidade e Homoscedasticidade para o pré-teste	69
7.6	Análise dos resultados da pré-testagem por área e grupo	71
7.7	Efeito do tratamento no grupo experimental	72
7.8	Coefficientes de correlação de Spearman	74
7.9	Cálculo do valor t	74

Capítulo 1

Introdução

Neste capítulo, apresentamos o contexto e a motivação para realização da pesquisa, objetivos, questão de pesquisa e hipóteses, e por fim as principais contribuições e a organização deste trabalho.

1.1 Contextualização

Um processo educativo formal de qualidade é fundamental para o desenvolvimento socioeconômico de uma população. Contudo, ofertar educação básica de qualidade ainda é um desafio para muitos países (UNESCO, 2014).

Esse problema é em parte demonstrado pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE por meio do PISA – Programme for International Student Assessment essa avaliação tem o objetivo de medir o nível de proficiência de estudantes de 15 anos de idade nas áreas de matemática, leitura e ciência com ênfase em resolução de problemas. De acordo com a OCDE, em 2015 a avaliação do PISA foi aplicada à aproximadamente 540.000 estudantes de 72 países participantes¹, destes 23% não atingiram o nível 2 de proficiência em Matemática (resolução de problemas), nível considerado mínimo pela OCDE para um estudante prosseguir na vida adulta e exercer sua cidadania (OECD, 2015). Especialmente no Brasil essa situação é ainda mais preocupante, passa de 70% o número de estudantes que não conseguiram atingir esse nível (OCDE et al., 2015).

Indicadores nacionais também apontam a dificuldade no processo de ensino-

¹ Essa amostra representou uma população de 29 milhões de estudantes de 15 anos dos países participantes

aprendizagem na disciplina de Matemática. Considerando dados da Prova Brasil de 2015 o Qedu (QEDU, 2016) constatou que 8 de cada 10 alunos concluintes do ensino fundamental não aprenderam o adequado em Matemática. Segundo levantamento realizado pelo Todos Pela Educação (TPE), ainda considerando a Prova Brasil 2015, no Ensino Fundamental apenas 42,9% dos estudantes do 5º ano demonstraram que aprenderam o adequado em Matemática. No 9º ano esse número cai para 18,2%. Ao final do Ensino Médio (3ª série) apenas 7,3% aprenderam o considerado adequado em matemática (TPE, 2016).

1.2 Problema de pesquisa

Considerando o cenário anteriormente descrito, pesquisas na área de Educação em Ciência da Computação sugerem que o Pensamento Computacional – PC² pode aprimorar habilidades de resolução de problemas, análise de dados, raciocínio algorítmico e abstração (WING, 2006; BARR; STEPHENSON, 2011).

Muitos autores apontam que as habilidades relacionadas ao PC não se limitam ao domínio da Computação, mas são extensíveis à matemática, biologia, ciências, economia, medicina, direito, leitura, jornalismo entre outras áreas (WING, 2006; GOOGLE, 2014; BARR; STEPHENSON, 2011; GROVER; PEA, 2013; GOUWS et al., 2013).

Contudo, ainda são poucos os estudos que apresentam evidências quantitativas dos efeitos do PC na educação básica (OLIVEIRA et al., 2014). Assim, muitos pesquisadores apontam que os benefícios do PC na educação ainda não são claros (KOH et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2014; GROVER; PEA, 2013) sendo necessário entender como avaliar o PC e compreender quais os seus efeitos no processo de aprendizagem formal, bem como desenvolver uma compreensão teórica e prática mais clara das competências computacionais para estudantes do ensino básico.

² PC pode ser definido com um conjunto de métodos e técnicas para resolução de problemas que se aprende ao estudar conteúdos de Ciência da Computação – CC. PC pode ser desenvolvido desde a educação básica até o ensino Superior.

1.3 Objetivo

O objetivo geral deste trabalho é analisar de forma quantitativa o efeito do PC desenvolvido pela programação de computadores na habilidade de resolução de problemas e no desempenho de estudantes na educação.

1.3.1 Objetivos específicos

- Analisar a relação entre o desempenho de estudantes ao completar o ensino básico (utilizando como métrica o Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM) e sua experiência prévia em programação de computadores;
- Propor e avaliar os efeitos de um treinamento para estimular competências do PC;
- Avaliar as habilidades de resolução de problemas de estudantes do ensino Médio e Superior e analisar sua relação com o aprendizado de PC.

1.4 Questão de pesquisa e hipóteses

A questão de pesquisa que motivou a realização deste trabalho foi a seguinte:

RQ: PC desenvolvido pelo aprendizado em programação pode melhorar habilidades de resolução de problemas e o desempenho de estudantes em disciplinas da educação?

H1.0 (hipótese nula): Não há evidência estatística de que PC pode melhorar habilidades de resolução de problemas e o desempenho de estudantes em disciplinas da educação.

H1.1 (hipótese alternativa): Existem evidências estatísticas de que PC pode melhorar habilidades de resolução de problemas e o desempenho de estudantes em disciplinas da educação.

A partir dessa questão desenvolvemos estudos de natureza empírica com amostras de estudantes em diferentes fases da educação utilizando uma abordagem quantitativa. Os resultados de cada estudo forneceram evidências estatísticas para refutar a hipótese nula H1.0 e assumir a hipótese alternativa H1.1.

1.5 Contribuições

As principais contribuições desse trabalho foram:

Evidenciar de forma quantitativa que o PC desenvolvido pelo estudo de algoritmos e linguagens de programação pode influenciar positivamente o desempenho de estudantes em diferentes disciplinas da educação básica;

Considerando que o PC é extensível para diferentes áreas do conhecimento, os resultados obtidos nesse trabalho fornecem uma *baseline* para estudos quantitativos futuros que tenham ênfase nos efeitos do PC sob as áreas do conhecimento estudadas na educação básica brasileira, favorecendo assim a compreensão acerca das habilidades estimuladas pelo PC.

1.6 Organização da dissertação

A partir desse capítulo a dissertação segue a seguinte estrutura:

Capítulo 2 – Neste capítulo, apresentamos uma visão geral de fundamentos necessários para compreensão do tema e problema de pesquisa estudado no presente trabalho. De forma geral apresentamos a organização da educação básica brasileira e seus sistemas de avaliação, bem como abordamos algumas das definições de PC, meios para seu aprendizado e formas de avaliação.

Capítulo 3 – Aqui descrevemos trabalhos relacionados ao nosso foco de pesquisa com ênfase em pesquisas que apontam efeitos do PC sob as habilidades de estudantes. Além disso, apresentamos pesquisas em PC no Brasil.

Capítulo 4 – Nesse capítulo apresentamos um estudo piloto realizado com objetivo de analisar o efeito do PC no desempenho de estudantes na educação básica. Para isso, foi tomada uma amostra de estudantes que realizaram o Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM. As médias dos mesmos nesse exame foram consideradas como medida de desempenho na educação básica. Esse resultado foi confrontado com o nível experiência dos estudantes em programação de computadores. Assim, analisou-se a relação entre desempenho na educação básica e as habilidades dos respectivos estudantes com PC. Os resultados desse trabalho corroboraram com pesquisas qualitativas sobre o tema e motivaram a continuidade desta pesquisa.

Capítulo 5 – Os resultados de um refinamento no design do estudo piloto realizado com vistas a mitigar algumas ameaças à validade evidenciadas na sua execução são apresentados nesse capítulo.

Capítulo 6 – Neste capítulo apresentamos um estudo que teve por objetivo analisar o efeito do PC sob as habilidades de resolução de problemas de estudantes do ensino Médio. Para composição do design dessa avaliação utilizamos uma amostra de estudantes que cursam o 2º ano do ensino Médio de uma escola pública de Campina Grande e aplicamos um teste de resolução de problemas. Para análise classificamos os estudantes em grupos de controle e experimental, onde o grupo de controle foi constituído por alunos do ensino Médio regular, já estudantes do grupo experimental participaram de um curso de informática integrado ao currículo do ensino Médio com ênfase em lógica de programação para desenvolvimento de jogos.

Capítulo 7 – Esse capítulo apresenta a avaliação dos efeitos de um conjunto de intervenções realizadas em uma turma do curso de Introdução à Ciência da Computação da Universidade Federal de Campina Grande, nosso objetivo foi reforçar as habilidades do PC de estudantes dessa disciplina. Para observar os efeitos das intervenções aplicamos um pré e pós teste para avaliar as habilidades de resolução de problemas dos estudantes nas áreas de Matemática, Ciências Naturais, Humanas e Línguas. Além disso, nossa análise estatística considerou o desempenho dos estudantes em programação (que compõem o desempenho final dos estudantes na disciplina) em relação a um grupo de controle (estudantes da mesma disciplina que não participaram das intervenções).

Capítulo 8 – Neste capítulo respondemos a questão geral de pesquisa com base nos resultados obtidos nas análises realizadas descritas nos capítulos anteriores, apresentamos nossas conclusões e trabalhos futuros.

Capítulo 2

Fundamentação teórica

2.1 Introdução

Nesse capítulo, apresentamos uma visão geral de fundamentos necessários para compreensão do tema e problema de pesquisa estudado no presente trabalho. Nas seções a seguir apresentamos um sumário sobre organização da educação básica brasileira fundamentado sobre as diretrizes estabelecidas pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) e nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), além disso, mostramos que os sistemas para avaliação da educação básica atuais (SAEB – Sistema de Avaliação da Educação Básica e ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio) possuem ênfase na resolução de problemas. Com respeito ao PC, apresentamos um apanhado histórico do PC, definições encontradas na literatura, métodos para aprendizagem do PC, problemática relacionada à avaliação dos seus aspectos na educação e por fim expressamos algumas considerações sobre os temas abordados neste capítulo.

2.2 Educação básica no Brasil

A educação básica brasileira é composta por três etapas: educação infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio. Sua finalidade é garantir ao estudante a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores (BRASIL, 1996).

O Acesso gratuito às etapas da educação básica é garantido por instituições de ensino

públicas administradas por municípios, estados e governo federal, no entanto, também é possível cursar o ensino básico em escolas privadas (BRASIL, 1996). Independente do tipo de instituição os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs (BRASIL, 1998; BRASIL, 1999) são utilizados como referência por escolas para construção dos currículos do Ensino Fundamental e Médio.

A educação infantil ou pré-escola é a primeira etapa da Educação Básica. Seu objetivo é o desenvolvimento integral da criança de até cinco anos complementando a ação da família e da comunidade. Contudo, não é uma etapa obrigatória (BRASIL, 1996).

O Ensino Fundamental é obrigatório para crianças a partir dos 6 anos, seu objetivo é formação básica do estudante. Sua duração regular é de 9 anos iniciando no 1º ano e finalizando no 9º ano. Basicamente as seguintes áreas do conhecimento são abordadas durante a formação do estudante nessa etapa: Língua Portuguesa, Língua Estrangeira, Arte, Educação Física, Matemática, Ciências da Natureza, História e Geografia (BRASIL, 1996; BRASIL, 1998).

O Ensino Médio é a última etapa do ensino básico e exige como pré-requisito a conclusão do ensino fundamental. O objetivo desta fase é aprofundar os conhecimentos adquiridos no ensino fundamental visando à preparação básica para o trabalho e cidadania. A duração regular dessa fase é de 3 anos divididos em séries, iniciando na 1ª série e finalizando na 3ª série do ensino médio (BRASIL, 1996).

A organização curricular do ensino médio é dividida em três grandes áreas do conhecimento: *Linguagens, Códigos e suas Tecnologias*: Língua Portuguesa e Literatura, Língua Estrangeira, Artes, Educação Física e conceitos básicos de Tecnologias da Informação e Comunicação; *Ciências Humanas e suas Tecnologias*: História, Geografia, Filosofia e Sociologia; *Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*: Matemática, Química, Física e Biologia (BRASIL, 1999).

2.2.1 Avaliação da Educação básica

A educação básica brasileira é avaliada nacionalmente por meio de exames que compõem o SAEB – Sistema de Avaliação da Educação Básica, bem como através do ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio com o objetivo de contribuir para melhoria da sua qualidade.

Sistema de Avaliação da Educação Básica – SAEB

De acordo com o INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira o SAEB tem por objetivo principal "avaliar a Educação Básica brasileira e contribuir para a melhoria de sua qualidade e para a universalização do acesso à escola, oferecendo subsídios concretos para a formulação, reformulação e o monitoramento das políticas públicas voltadas para a Educação Básica"(INEP, 2016c). O SAEB é composto por três avaliações:

- *Avaliação Nacional da Alfabetização – ANA*: A ANA por meio de um censo avalia os níveis de alfabetização e letramento em Língua Portuguesa e Matemática de alunos do 3º ano do Ensino Fundamental das escolas públicas, além disso, são avaliadas as condições de oferta do Ciclo de Alfabetização nas redes públicas (INEP, 2016c).
- *Avaliação Nacional do Rendimento Escolar – Aneresc*: A Aneresc também conhecida como *Prova Brasil* é uma avaliação censitária com objetivo de avaliar a qualidade do ensino ministrado nas escolas públicas. Participam desta avaliação alunos do 5º ano e 9º ano do Ensino Fundamental de escolas públicas municipais, estaduais e federal que possuem, no mínimo, 20 alunos matriculados nas séries/anos avaliados (INEP, 2016c).
- *Avaliação Nacional da Educação Básica – Aneb*: A Aneb utiliza os mesmos instrumentos (provas e questionários) da Aneresc/Prova Brasil, no entanto, avalia de maneira amostral alunos das redes públicas e privadas, matriculados no 5º ano e 9º ano do Ensino Fundamental e na 3ª série/ano do Ensino Médio, seu principal objetivo é avaliar a qualidade, a equidade e a eficiência da educação brasileira (INEP, 2016c; INEP, 2016a).

A Prova Brasil é estruturada com base nos PCNs e avalia o desempenho dos estudantes em Língua Portuguesa, com foco em leitura, e em Matemática, com ênfase na resolução de problemas, que segundo o INEP são básicos para que os alunos sejam capazes de avançar no processo de aprendizagem no decorrer de sua vida escolar (INEP, 2016b).

Em relação aos PCNs, estes sugerem que a matemática por meio da resolução de problemas contribui para formação de recursos humanos suprindo demandas do mercado de trabalho contemporâneo, uma vez que explora o desenvolvimento de capacidades como observação, estabelecimento de relações, comunicação de diferentes linguagens, argumentação

e validação de processos, além de estimular formas de raciocínio como intuição, indução, dedução e estimativa (BRASIL, 1998; BRASIL, 1999).

Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM

O Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM é uma avaliação facultativa que tem por objetivo avaliar o desempenho dos estudantes ao fim da educação básica com o intuito de melhorar a qualidade desse nível de escolaridade. Além disso, os resultados do ENEM também são utilizados como critério de seleção para acesso ao ensino superior em instituições públicas e privadas (INEP, 2015).

Tabela 2.1: Matriz de Referência comum a todas as áreas de conhecimento. Fonte: Inep

Competência	Descrição
Dominar linguagens (DL)	Dominar a norma culta da Língua Portuguesa e fazer uso das linguagens matemática, artística e científica e das línguas espanhola e inglesa.
Compreender fenômenos (CF)	Construir e aplicar conceitos das várias áreas do conhecimento para a compreensão de fenômenos naturais, de processos histórico-geográficos, da produção tecnológica e das manifestações artísticas.
Enfrentar situações-problema (SP)	Selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações representados de diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações-problema.
Construir argumentação (CA)	Relacionar informações, representadas em diferentes formas, e conhecimentos disponíveis em situações concretas, para construir argumentação consistente.
Elaborar propostas (EP)	Recorrer aos conhecimentos desenvolvidos na escola para elaboração de propostas de intervenção solidária na realidade, respeitando os valores humanos e considerando a diversidade sociocultural.

O ENEM é estruturado por uma matriz de competências 2.1 para todas as áreas do conhecimento avaliadas, e constituído de 1 (uma) redação (texto dissertativo-argumentativo) em língua portuguesa sobre um tema de ordem política, social ou cultural, e de 4 (quatro) provas objetivas, contendo cada uma 45 (quarenta e cinco) questões de múltipla escolha avaliando as seguintes áreas do conhecimento e componentes curriculares:

Linguagens, Códigos e suas Tecnologias e Redação: Língua Portuguesa, Literatura, Língua Estrangeira (Inglês ou Espanhol), Artes, Educação Física e conceitos básicos sobre Tecnologias da Informação e Comunicação;

Ciências Humanas e suas Tecnologias: História, Geografia, Filosofia e Sociologia; *Ciências da Natureza e suas Tecnologias:* Química, Física e Biologia; *Matemática e suas*

Tecnologias: Matemática. O desempenho dos estudantes no ENEM é calculado baseado na *Teoria de Resposta ao Item – TRI* e varia em uma escala de proficiência 0 à 1000 (INEP, 2015).

2.3 O que é Pensamento Computacional - PC?

PC está relacionado com a ideia de que o estudo da Ciência da Computação pode aprimorar o raciocínio e a compreensão de temas relacionados a outras áreas do conhecimento, no entanto essa idealização não é atual. Segundo Guzdial (2008), o Cientista da Computação Alan Perlis, ainda em 1962, argumentou que a programação de computadores seria um tema de interesse comum, pois essa prática levaria à compreensão de uma "teoria da computação" capaz de mudar a ótica de como um aprendiz assimila ou trata conhecimentos das mais variadas áreas do conhecimento, como por exemplo, Cálculo e Economia, em termos da Computação.

O termo PC foi estabelecido na literatura em 1980 por Seymour Papert (PAPERT, 1980). A partir de estudos experimentais práticos, e utilizando a linguagem de programação LOGO para apoiar o ensino de crianças em idade escolar. O autor sugere que a introdução de uma linguagem de programação no currículo, pode tornar o aprendizado de diferentes disciplinas mais significativo para o aluno levando-o a pensar de forma reflexiva e autoconsciente. Papert define de maneira implícita o PC como o processo de raciocínio reflexivo desenvolvido a partir do estudo teórico e prática de uma linguagem de programação (PAPERT, 1980).

Para Jeannette Wing o PC é baseado em conceitos fundamentais da Ciência da Computação; combina e completa o pensamento matemático e de engenharia; e inclui uma variedade de ferramentas mentais. No seu núcleo está o processo de resolução de problemas, a concepção de sistemas e a abstração, não apenas na programação de computadores. Para alguns pesquisadores, todos deveriam aprender sobre PC tendo em vista a sua natureza ubíqua e influência em diversos campos de estudo (WING, 2006; HENDERSON, 2009; GOOGLE, 2014).

Para Wing (2008) PC é um tipo de pensamento analítico que compartilha características da matemática, engenharia e ciência. Do pensamento matemático, compartilha-se a maneira geral para solução de problemas; do pensamento de engenharia a concepção e avaliação de sistemas complexos operando dentro das limitações do mundo real; do pensamento científico

o entendimento da computabilidade, inteligência, da mente e do comportamento humano.

De acordo com Gouws et al. (2013) PC não é uma alternativa para aprender programação, mas sim um reforço, suplementando seu aprendizado, desse modo, uma sólida fundamentação em PC formaria estudantes hábeis primeiramente à resolver problemas e como consequência, estes tornariam-se melhores programadores.

De forma qualitativa Hu (2011) afirma que as definições do PC propostas por Wing (2006) e Wing (2008) são abstratas, de modo que esse conceito ainda aberto à múltiplas interpretações. A seguir apresentamos algumas definições mais frequentemente identificadas na literatura sobre PC.

o Centro de PC da Carnegie Mellon (UNIVERSITY, 2016), define PC como um conjunto de processos de pensamento envolvidos na formulação e resolução de problemas, de modo que, as soluções para um problema são representadas de uma forma que se pode facilmente ser realizada por um agente de processamento de informação.

A *Computer Science Teachers Association* (CSTA) em conjunto com a *International Society for Technology in Education* (ISTE) apresentam uma definição operacional do PC (ISTE; CSTA, 2011), para essas organizações, PC é um processo de resolução de problemas que inclui, mas não se limita, as seguintes características:

- Formular problemas de maneira que se possa usar um computador além de outras ferramentas para apoiar sua resolução;
- Organização lógica e análise de dados
- Representação de dados através de abstrações, i.e, desenvolver modelos ou simulações;
- Automatização de soluções por meio do pensamento algorítmico, ou seja, utilizar uma sequencia ordenada de passos para solucionar um problema;
- Identificar, analisar e implementar soluções possíveis para um problemas, com o objetivo de identificar a solução mais eficiente considerando a melhor combinação de passos e recursos;
- Generalização e transferência das características inerentes ao PC para uma variedade de problemas.

A definição apresentada por Barr e Stephenson (2011) idealiza o PC como uma abordagem para resolução de problemas que possa ser implementada e posteriormente executada por um computador. Nessa concepção, os alunos se tornam construtores de ferramentas e do seu conhecimento. Eles usam um conjunto de conceitos, tais como abstração, recursão e iteração, para processar, analisar dados e criar artefatos reais e virtuais. Assim, PC seria uma metodologia de solução de problemas que pode ser automatizada, transferida e aplicada entre os indivíduos.

Barr e Stephenson (2011) apresentam 9 conceitos que fazem parte do núcleo do PC:

- *Coleta de dados*: Processo de coleta de dados ou informações sobre um problema;
- *Análise de dados*: Dar sentido aos dados, encontrar padrões, e tirar conclusões;
- *Representação de dados*: Representar e organizar dados em gráficos, tabelas, texto ou figuras.
- *Decomposição de problemas*: Quebrar um problema complexo em tarefas menores e gerenciáveis;
- *Abstração*: Reduzir a complexidade para definir ideias principais;
- *Algoritmos e Procedimentos*: Sequencia de passos para resolução de um problema ou atingir algum fim;
- *Automação*: Usar computadores ou máquinas para realizar tarefas repetitivas;
- *Paralelização*: Organizar recursos para, simultaneamente, realizar tarefas para alcançar um objetivo comum;
- *Simulação*: Representação ou modelo de um processo. A simulação também envolve experimentos sendo executados usando modelos.

Semelhante a Barr e Stephenson (2011) o Google (2014) define PC como um processo de resolução de problemas que inclui um conjunto de habilidades onde se destacam:

- Formulação de problemas permitindo-se usar um computador ou outras ferramentas para ajudar a resolvê-lo;

- Organização lógica e análise de dados;
- Representar dados através de abstrações como modelos e simulações;
- Automatizar soluções através do pensamento algorítmico, ou seja, por meio de uma série de passos ordenados;
- Identificar, analisar e implementar possíveis soluções para um problema com o objetivo de obter a melhor solução considerando a eficiência, eficácia do algoritmos e recursos;
- Generalizar e transferir este processo de resolução de problemas para uma ampla variedade de problemas.

De acordo com a Google, PC é essencial para o desenvolvimento de sistemas e aplicações, mas também pode ser usado para apoiar a resolução de problemas em todas as disciplinas do currículo como, por exemplo, matemática, ciências e humanidades. Nessa visão, os alunos que aprendem PC passam a observar relações entre conteúdos escolares e a vida cotidiana fora da sala de aula (GOOGLE, 2014).

Brennan e Resnick (2012) realizaram entrevistas com programadores Scratch ¹ e a partir de suas avaliações propuseram uma definição de PC que engloba três dimensões chave: conceitos, práticas e perspectivas computacionais.

Conceitos: Estão relacionados ao emprego de *sequencias de instruções, loops, paralelismo, gerenciamento de eventos, condicionais, operadores e dados* no desenvolvimento de programas no ambiente Scratch. Na concepção dos autores, estes conceitos também podem ser transferíveis para contextos fora do escopo da programação.

Práticas: A dimensão das práticas computacionais está ligada ao processo de resolução de problemas utilizado por desenvolvedores ao construir programas, onde se destacam o *Desenvolvimento incremental e iterativo; Teste e depuração; Reutilização e adaptação de código; Abstração e modularização.*

Perspectivas: Essa dimensão descreve as mudanças de perspectivas observadas em crianças e jovens sobre si, seus relacionamentos com os outras pessoas e com o mundo tecno-

¹ Os autores utilizam o termo *Scratchers* ao descrever pessoas que programam utilizando o ambiente Scratch

lógico ao seu redor após trabalharem com o Scratch. Ainda segundo os autores "pensadores computacionais" veem a computação como um meio para criar e expressar suas ideias.

Apesar da popularização do tema após o trabalho de Wing (2006) a definição do PC continua pouco compreendida. Assumindo os conceitos propostos por Barr e Stephenson (2011) Araújo et al. (2015) realizou um *survey* com o objetivo de avaliar a percepção do PC e de habilidades associadas sob a perspectiva de profissionais da computação, ou seja, graduados em cursos de Ciência da Computação e afins que atuam tanto na indústria de desenvolvimento de software como na academia. Os resultados encontrados por Araújo et al. (2015) indicam que o termo PC, bem como seus conceitos elementares são pouco conhecidos e compreendidos, uma vez que 64% dos participantes desconhecia o PC.

2.3.1 Aprendizagem do PC

Aprender PC envolve o estudo de fundamentos de Ciência da Computação em qualquer nível da educação básica até o ensino superior (WING, 2006; BARR; STEPHENSON, 2011; RILEY; HUNT, 2014). No entanto, também é possível aprender de forma interdisciplinar quando há integração de tópicos da computação no currículo de disciplinas para formação do estudante.

Contudo, diante da falta de consenso e pouca compreensão dos conceitos e habilidades relacionadas ao PC (WING, 2008; ARAÚJO et al., 2015), a forma mais efetiva de ensinar ou aprender PC ainda é discutida por pesquisadores (WING, 2008; GROVER; PEA, 2013; GOUWS et al., 2013; WEINTROP et al., 2016). Assim, a literatura sobre o tema apresenta diferentes meios e ferramentas para estimular o aprendizado de PC:

Apesar da definição proposta por Wing (2006) afirmar que PC não é apenas *programação de computadores*, o estudo de programação é talvez a forma mais popular para aprender PC, pois atualmente há uma grande iniciativa para estimular seu aprendizado desde cedo²

³. Além disso, muitos MOOCs (Curso Online Aberto e Massivo) com o objetivo de ensinar

² Code.org: <https://code.org/>

³ Hour of code: <https://hourofcode.com/pt/pt>

programação^{4 5 6} e PC^{7 8} estão disponíveis de forma gratuita na web.

Pesquisas relacionadas a área de Educação em Ciência da Computação sugerem que a habilidade de programar computadores é importante para todos, e mesmo estudantes que não se interessam por áreas de TI podem desenvolver habilidades como raciocínio lógico, resolução de problemas e pensamento algorítmico ao estudarem programação (PAPERT, 1980; GRANDELL et al., 2006). Nesse sentido, muitos pesquisadores tem demonstrado esforços na intenção de popularizar o aprendizado desse tema desde o ensino básico (ARAÚJO et al., 2013; GRANDELL et al., 2006; FRANÇA et al., 2012; JÚNIOR et al., 2005; SCAICO et al., 2013; RODRIGUES et al., 2013). De acordo com Resnick et al. (2009), Brennan e Resnick (2012) o estudo de programação é uma forma de compreender o núcleo de ideias relacionadas ao PC, pois pode aprimorar habilidades como raciocínio lógico, resolução de problemas e pensamento algorítmico.

Contudo, apesar da programação de computadores ser considerada uma habilidade fundamental para resolução de problemas no século XXI (RILEY; HUNT, 2014; CHAO, 2016), o ensino de programação ainda apresenta dificuldades. Pesquisadores indicam que ao final de cursos de introdução à programação muitos estudantes têm dificuldades para reconhecer e decompor problemas, elaborar soluções na forma de algoritmos, desenvolver sua solução para o problema com uma linguagem de programação (KALELIOGLU, 2015; CHAO, 2016). Nesse sentido, linguagens e ambientes de programação visual tem demonstrado potencial para apoiar estudantes de programação a nível introdutório melhorando suas habilidades para codificação e estratégias de resolução de problemas (MISHRA et al., 2014; CHAO, 2016; LYE; KOH, 2014).

O Scratch⁹ (ver figura 2.1) é um exemplo de ambiente de programação visual que utiliza uma linguagem de blocos para o desenvolvimento de aplicações, o ambiente fornece um feedback visual da execução de scripts mostrando aos estudantes quais trechos do script são ativos durante a execução de uma aplicação, isso apoia o entendimento dos programas desenvolvidos com o ambiente (RESNICK et al., 2009; CHAO, 2016).

⁴ Codecademy: <https://www.codecademy.com/pt>

⁵ Programe você mesmo: Uma Introdução à Programação: <https://pt.coursera.org/learn/intro-programming>

⁶ Intro to Programming Learn to Code: <https://br.udacity.com/course/intro-to-programming-ud000/>

⁷ Intro to CT: <https://www.edx.org/course/introduction-computational-thinking-data-mitx-6-00-2x-3>

⁸ Computational Thinking for Educators: <https://computationalthinkingcourse.withgoogle.com/>

⁹ Scratch: <https://scratch.mit.edu/>

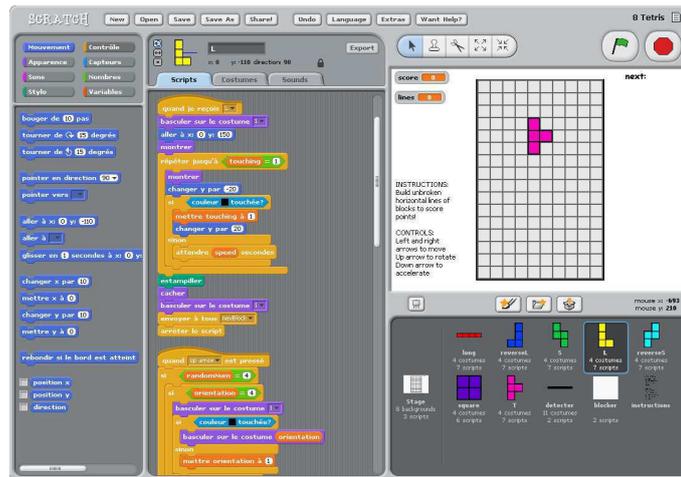


Figura 2.1: Linguagem e ambiente de programação visual Scratch

Jogos digitais voltados para o ensino de fundamentos de programação de computadores também possuem potencial para promover o aprendizado do PC (FALCÃO; BARBOSA, 2015; GOUWS et al., 2013). Frequentemente são caracterizados por apresentar ao usuário uma linguagem de programação visual constituída por blocos do tipo "clique e arraste", semelhante a linguagem utilizada no ambiente Scratch, além disso, são destinados a um público alvo composto por crianças e adolescentes em fase escolar com idades entre 8 e 17 anos. Sob esse aspecto destacam-se os jogos Lightbot, Blockly-Games e The Foos (FALCÃO; BARBOSA, 2015).

O Blockly-Games ¹⁰ é um projeto do Google que visa incentivar a formação dos "programadores de amanhã" e consiste de um conjunto de 07 (sete) jogos educacionais voltados ao ensino de programação para crianças. Os jogos do Blockly possuem uma linguagem de programação visual constituída por blocos capazes de representar conceitos como variáveis, expressões matemáticas e lógicas, condições, loops e funções. Cada jogo explora um ou mais desses conceitos e todos iniciam com problemas simples aumentando sua complexidade a cada nível concluído. Ao concluir todo conjunto de jogos espera-se que os usuários estejam familiarizados com aspectos de programação e principalmente com linguagens baseadas em texto. A figura 2.2 apresenta uma solução para o 10º nível do jogo Labirinto (*Maze*) do Blockly que aborda uma introdução às estruturas condicionais e de repetição (loops).

O Lightbot ¹¹ (ver figura 2.3) é um jogo do tipo quebra-cabeça (*puzzle*) onde o usuário

¹⁰ <https://blockly-games.appspot.com/>

¹¹ <https://lightbot.com/hocflash.html>

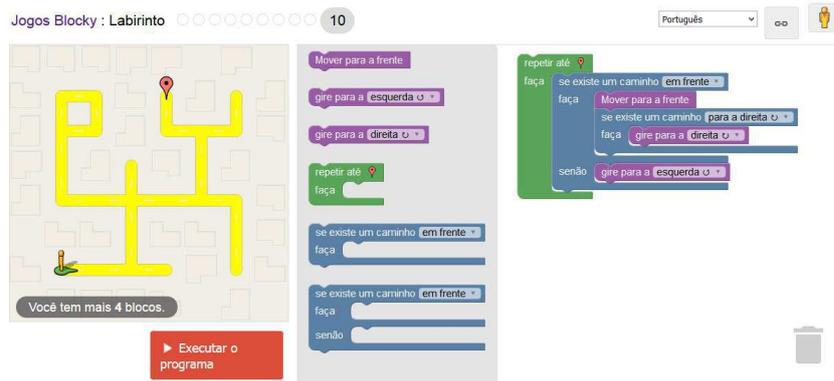


Figura 2.2: Exemplo de solução do nível 10 do labirinto no Blockly-games

(jogador) deve programar um pequeno robô para se movimentar sobre um conjunto de ladrilhos, seu objetivo é fazer o robô iluminar um ou mais ladrilhos destacados na cor azul. A mecânica de jogo empregada no Lightbot é baseada conceitos tipicamente abordados em programação tais como algoritmos, loops, procedimentos e recursividade. Os jogadores dispõem de um conjunto simples de instruções (em forma visual e dispostas na cor cinza na parte inferior da interface gráfica) que comandam o robô ao serem selecionadas com o *mouse* para o campo *main*, e o número de instruções disponíveis para solução de um problema (fase do jogo) é limitado de acordo com o nível de dificuldade do jogo que aumenta de forma gradativa.

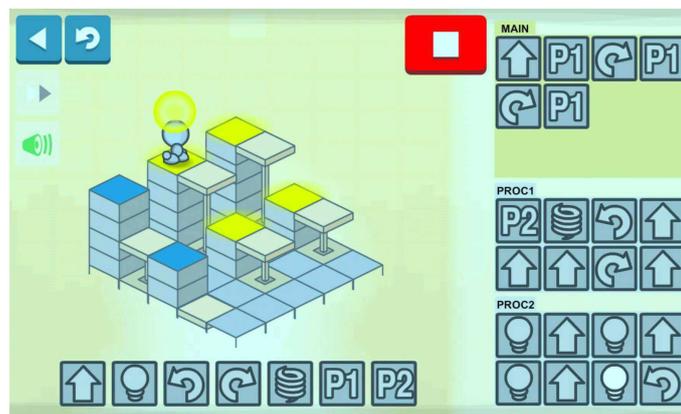


Figura 2.3: Exemplo de solução de um nível do jogo Lightbot

Voltado para o estímulo ao PC The Foos ¹² (ver figura 2.4) é um jogo desenvolvido pela codeSpark que se propõe a ensinar conceitos relacionados à Ciência da Computação, tais como, definição de problemas, reconhecimento de padrões, sequencia de instruções, condi-

¹² <http://thefoos.com/>



Figura 2.4: Resolução de um estágio do jogo The Foos

ções e loops ¹³, para crianças com idade entre 5 à 8 anos, no entanto, jovens e até adultos tem demonstrado interesse pelo jogo. A princípio os jogadores realizam atividades estruturadas com uma limitação de instruções, objetivo dessa fase é ensinar o funcionamento da linguagem de programação utilizada para solucionar os problemas. Após essas atividades a mecânica do jogo deixa o usuário livre para resolver problemas usando sua criatividade(CODESPARK, 2015).

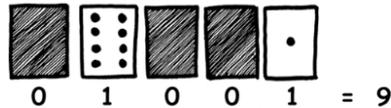
Outra forma de introdução ao PC é a *Computação Desplugada* ou *CS Unplugged*, consiste de um conjunto gratuito de atividades de aprendizagem projetadas para crianças que ensinam Ciência da Computação através de jogos envolventes e quebra-cabeças usando cartões, corda, lápis de cor entre outros materiais. As atividades são realizadas independentes de computadores e consistem em apresentar aos alunos conceitos elementares como números binários, algoritmos e compressão de dados, funcionamento do computador, abstraindo detalhes técnicos (BELL; FELLOWS, 2015). Um exemplo de atividade desplugada pode ser observado na figura 2.5.

Muitos pesquisadores apontam que PC pode ser estimulado de forma interdisciplinar a partir da sua integração com outras disciplinas, diferentes cursos com esse intuito são propostos na literatura, em geral, estes utilizam softwares para simulação e/ou recursos de programação para o desenvolvimento do PC (ISRAEL et al., 2015; AHAMED et al., 2010; TAUB et al., 2015; KAFURA et al., 2015). Nesse sentido, a Google propõe uma série de atividades, que visam incorporar o PC às áreas de Matemática, Ciências Humanas e da na-

¹³ <http://codespark.org/faq/>

Folha de Atividade: Trabalhar com Números Binários

O sistema binário utiliza o **zero** e o **um** para representar se um cartão está virado para cima ou não. O **0** indica que os pontos do cartão estão escondidos, e o **1** significa que os pontos do cartão são visíveis. Por exemplo:



Vocês podem descobrir o número representado por **10101**? E que tal **11111**?

Em qual dia do mês você nasceu? Escreva-o em formato binário. Descubra os aniversários dos seus amigos em formato binário.

Figura 2.5: Exemplo de atividade de computação desplugada. Extraído de (BELL; FELLOWS, 2015)

tureza, Línguas e até mesmo Música, além das atividades, planos de aula, demonstrações e programas (escritos em Python e Pencil Code) apoiam professores que desejam introduzir as atividades em suas aulas (GOOGLE, 2014). Recentemente a empresa disponibilizou um curso gratuito para ajudar professores das áreas de Matemática, Ciências da Natureza, Humanas e Computação interessados em aprender sobre o PC e, especialmente, em como integra-lo à uma variedade de áreas do conhecimento. O curso mostra como utilizar as atividades supracitadas mas, além disso, pretende ensinar ao professor como ele pode proceder para desenvolver novos recursos educacionais semelhantes aos disponibilizados para o curso ¹⁴.

Semelhante a computação desplugada outra linha de pesquisa aponta que seja possível estimular o PC integrando-o no currículo de disciplinas como, por exemplo, a Matemática dispensando o recurso da programação. De acordo com Mestre et al. (2015) as capacidades fundamentais da Matemática dispostas no OCDE et al. (2015) são comparáveis aos conceitos do PC estabelecidos em (BARR; STEPHENSON, 2011), além disso, questões de matemática que seguem essa preconização como é o caso da avaliação do PISA, possuem intrinsecamente aspectos do PC. Assim, a utilização de uma linguagem de programação não seria a única alternativa para concretizar o aprendizado de aspectos de PC.

¹⁴ Computational Thinking for Educators: <https://computationalthinkingcourse.withgoogle.com/>

Avaliação do PC

Apesar de existirem iniciativas para mensurar com acurácia habilidades do PC e assim apoiar inferências válidas sobre práticas do PC na educação (PACT, 2015), atualmente não existe consenso sobre como avaliar as habilidades do PC em estudantes ou profissionais, não há um instrumento genérico validado (i.e exame, teste ou questionário específico) para avaliação do nível de proficiência em PC independente do meio utilizado para seu aprendizado/desenvolvimento (ISTE; CSTA, 2011; KOH et al., 2014; GROVER; PEA, 2013; GOUWS et al., 2013). Além disso, poucos estudos apresentam formas quantitativas para mensurar os efeitos do PC no aprendizado de disciplinas fora do escopo da computação (KOH et al., 2014; GROVER; PEA, 2013; GOUWS et al., 2013; WEINTROP et al., 2016), desse modo, pesquisadores tem realizado avaliações utilizando diferentes abordagens.

A metodologia de avaliação utilizada por Dyne e Braun (2014) consiste de um teste de resolução de problemas para mensurar de forma quantitativa os efeitos de um curso de introdução ao PC, Kalelioglu utiliza pontuações (scores) de uma escala de habilidades em pensamento reflexivo para resolução de problemas (*Reflective Thinking Skill Scale Towards Problem Solving*) (KALELIOGLU, 2015). Werner et al. (2012) apresenta em seu estudo a *Fairy Assessment* uma avaliação do PC criada em linguagem Alice para estudantes cursando a *Middle School* (equivalente a uma das fases do ensino Fundamental brasileiro) que se baseia em dois aspectos pertinentes ao PC: pensamento algorítmico e uso efetivo de modelagem e abstração (WERNER et al., 2012). Em Gouws et al. (2013) é proposto um framework para avaliação do PC em jogos educacionais, seu objetivo é classificar se um jogo pode ser utilizado para estimular o PC. Já Oliveira et al. (2014) utiliza um teste de raciocínio lógico baseado em fundamentos de teoria da computação com o intuito de mensurar habilidades de PC em estudantes do ensino Fundamental.

2.4 Conclusão do capítulo

Nesse capítulo foi apresentado um breve sumário sobre a organização, currículo e avaliação da educação básica brasileira e de forma similar, definições, meios para o aprendizado e formas de avaliação do PC foram abordados. A partir disso, constata-se que os PCNs (tomados por referencia curricular da educação básica brasileira) apontam a resolução de problemas

como fundamental para o desenvolvimento de habilidades para demanda do mercado de trabalho, além disso, as avaliações nacionais da qualidade da educação feitas por meio da Prova Brasil (SAEB) e ENEM compartilham em seu núcleo habilidades de resolução de problemas.

Acerca do PC este permanece sendo um tema de pesquisa amplo, pois se propõe a apoiar uma série de áreas do conhecimento, assim há uma diversidade de abordagens utilizadas para aprendizado e integração com disciplinas e ainda complexo, diante da variedade de definições sobre o tema, não existência de instrumentação adequada para mensurar a proficiência de estudantes em habilidades associadas ao PC e principalmente diante das dificuldades inerentes a avaliação dos seus efeitos na educação.

Para este trabalho PC foi definido como uma abordagem que utiliza computadores, métodos e técnicas pertencentes ao domínio da Ciência da Computação para identificação, modelagem e resolução de problemas. Os conceitos que formam o núcleo do PC apresentados por Barr (BARR; STEPHENSON, 2011) foram assumidos, bem como a ideia de que estudar programação de computadores é uma forma de explorá-los.

Capítulo 3

Trabalhos Relacionados

3.1 Introdução

Nesse Capítulo apresentamos trabalhos relacionados ao foco desta pesquisa, estes foram agrupados em duas seções: *Desenvolvimento do Pensamento Computacional por meio da programação* nessa seção apresentamos trabalhos que possuem ênfase no ensino de PC por meio da programação de computadores e *Avaliação dos Efeitos do Pensamento Computacional* nessa seção selecionamos trabalhos que possuem avaliação quantitativa de efeitos ou correlações do PC sobre habilidades ou áreas do conhecimento. Em ambas as seções destacamos similaridades e diferenças entre trabalhos do estado da arte em PC e o trabalho desenvolvido nesta dissertação.

Todos os artigos citados neste capítulo foram selecionados de periódicos e anais de conferências nacionais e internacionais relevantes para área de Educação em Ciência da Computação e indexados nos seguintes repositórios: *ACM Digital Library*¹, *IEEE Xplore Digital Library*², RBIE (Revista Brasileira de Informática na Educação)³, *Computers in Human Behavior*⁴, *Computers & Education*⁵, SBIE (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação)⁶, WIE (Workshop de Informática na Escola)⁷ e WalgProg (Workshop de Ensino em

¹ <http://dl.acm.org/>

² <http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

³ <http://www.br-ie.org/pub/index.php>

⁴ <http://www.sciencedirect.com/science/journal/07475632>

⁵ <http://www.sciencedirect.com/science/journal/03601315>

⁶ <http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/search>

⁷ <http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/search>

Pensamento Computacional, Algoritmos e Programação) ⁸.

3.2 Desenvolvimento do Pensamento Computacional por meio da programação

O trabalho realizado por Bers et al. (2014) descreve um curso de programação ministrado para três turmas da pré-escola totalizando 53 crianças com idades entre 5-6 anos, o curso foi baseado no currículo *TangibleK* ⁹. Durante o curso foram realizadas seis atividades que focaram na construção e programação de veículos robóticos, para isso utilizaram a linguagem de programação CHERP ¹⁰. Os principais resultados relatados nesta pesquisa indicaram que muitas crianças atingiram os objetivos para cada a atividade. Avaliações relativas à aulas que introduziram o processo de design de engenharia, robótica e programação, demonstraram níveis satisfatórios de aprendizagem elevados onde em média 75% das crianças atingiram o nível desejado de conhecimento. Já em atividades que introduziram conceitos mais avançados como repetição, sensores e controle de fluxo, um número menor de crianças obteve o mesmo nível de compreensão dos conteúdos (56% das crianças em média).

O trabalho realizado por Schoeffel et al. (2015) consiste de um relato de experiência e avaliação de um curso de PC voltado para crianças matriculadas entre 7º e 9º anos do ensino Fundamental, um total de 34 alunos voluntários de quatro escolas aprenderam durante oito semanas o conteúdo programático do curso que envolveu três grandes tópicos: Lógica computacional, Programação de computadores e Robótica utilizando kits LEGO Mindstorms®. Uma diversidade de técnicas e metodologias foram aplicadas afim de tornar o aprendizado dos estudantes mais atrativo, dentre as quais se destacam a utilização de Aprendizagem Baseada em Problemas *PBL - Problem Based Learning* em conjunto com as ferramentas *Robo-Mind* e *Scratch*. Após a realização do curso 97% dos alunos afirmaram em um *survey* que conseguem desenvolver um programa de computador e acreditam que a computação é útil

⁸ <http://walgprog.gp.utfpr.edu.br>

⁹ The TangibleK Robotics Program: Applied Computational Thinking for Young Children: <http://ecrp.uiuc.edu/v12n2/bers.html>

¹⁰ CHERP (Creative Hybrid Environment for Robotic Programming) é uma linguagem de programação híbrida tangível-visual desenvolvida para engajar crianças em cursos de introdução à programação, utilizando CHERP elas podem programar robôs de forma semelhante ao LEGO Mindstorms RCX. Mais detalhes sobre a linguagem podem ser observados em: <https://ase.tufts.edu/DevTech/tangiblek/research/cherp.asp>

para suas vidas, além disso, submetendo alunos das escolas que participaram do projeto à OBI (Olimpíada Brasileira de Informática) os pesquisadores constataram que os alunos do curso obtiveram notas médias significativamente superiores em relação à estudantes que não participaram do curso.

Kafura et al. (2015) descrevem e apresentam os resultados preliminares de um curso genérico de PC para estudantes de cursos de graduação não relacionados a área de Ciência da Computação de uma universidade. O curso foi estruturado em quatro tópicos: Modelagem Computacional, Fundamentos de Algoritmos, Sondagem Intensiva de Dados e Impactos Sociais da TI. Estudantes de Psicologia, Engenharia Mecânica, Matemática, Teatro entre outros participaram do curso. Para o ensino de algoritmos e programação os autores utilizaram principalmente as linguagens Blockly e Python, bem como a abordagem pedagógica de aprendizagem baseada em contextos, que foi utilizada durante o curso para motivar a aprendizagem dos estudantes, pois permite que cada aluno resolva problemas e se especialize em aspectos mais relevantes para o sua área. Ao término do curso os autores analisaram quantitativamente a motivação dos estudantes em relação ao curso utilizando um survey e entrevistas, os resultados obtidos indicaram que a linguagem Python foi um dos componentes positivos do curso com alta popularidade entre os alunos, além disso, os estudantes reconheceram a linguagem Blockly como útil para aprendizagem e importante no início do curso, porém a longo prazo foi caracterizada como tendo pouca utilidade, e destinada a ser descartada após a familiarização com conceitos formais de algoritmos e com a sintaxe do Python.

Com o intuito de estimular o desenvolvimento do PC França e Amaral (2013) apresentam o design e avaliação de uma oficina de Scratch realizada com 24 estudantes de uma escola pública no Estado de Pernambuco. O objetivo da oficina foi desenvolver habilidades relacionadas ao PC e avaliar a aprendizagem dos participantes em relação aos conteúdos desenvolvidos durante o curso. Ao final do seu trabalho a autora apresenta uma análise qualitativa e considera que apesar das limitações, os resultados apontam a viabilidade do desenvolvimento do PC na educação básica brasileira.

Wangenheim et al. (2014) discute uma unidade instrucional para o ensino de computação de forma integrada a conteúdos de Literatura e Artes ministrados no ensino Fundamental. Seu estudo foi desenvolvido em uma turma do primeiro ano com crianças de 6-7 anos de uma escola privada e ao final da unidade as crianças conseguiram programar uma história

interativa usando o Scratch. Os dados coletados durante o experimento foram analisados de forma qualitativa e a autora concluiu que o ensino de computação pode ser integrado ao currículo da educação básica de forma harmônica e interdisciplinar.

Com o objetivo de entender como o PC pode ser introduzido em contextos do K-12 ¹¹ Lye e Koh (2014) realizaram uma revisão de literatura sobre a introdução de estudantes ao PC por meio da programação de computadores. Os autores avaliaram 27 trabalhos que relatam intervenções com uso de programação em contextos do K-12 e da educação superior. Como resultado da análise, os autores identificaram que linguagens de programação visual, tais como *Scratch* são utilizadas com frequência para o ensino de crianças e jovens estudantes, pois elas são de fácil aprendizado e permitem a criação de programas mais sofisticados. Além disso, intervenções baseadas no construcionismo, ou seja, onde o estudante põe em prática seus conhecimentos teóricos de forma a consolidar seu aprendizado são mais comuns e apresentam resultados positivos. Contudo, a análise dos estudos indicou que são raros os trabalhos que apresentam intervenções com ênfase no processo de resolução de problemas propriamente dito e nas perspectivas computacionais dos estudantes i.e na capacidade do estudante refletir sobre a tecnologia/computação na sua vida e como utiliza-la para se expressar e construir soluções para problemas relevantes do seu cotidiano.

Em uma das fases deste trabalho tópicos em PC foram propostos para integrar um curso de Introdução à Ciência da Computação (ICC) para alunos em nível superior, o objetivo dessas intervenções foi melhorar habilidades de resolução de problemas de estudantes da disciplina. Semelhante aos trabalhos apresentados nessa seção, optou-se inicialmente pela utilização de uma linguagem de programação visual (Blockly) para apoiar o aprendizado semântico de algoritmos, sendo esta substituída posteriormente por uma linguagem de alto nível no decorrer do curso. O principal diferencial dessas intervenções foi a ênfase em uma metodologia de resolução de problemas aplicada a programação, bem como o desenvolvimento de problemas contextualizados utilizados na forma de exercícios durante as intervenções com a finalidade de motivar os alunos durante o curso de ICC.

¹¹ O termo K-12 é empregado nos Estados Unidos, bem como em outros países para designar todo ensino primário e secundário realizado em 12 anos partido do jardim de infância

3.3 Avaliação dos efeitos do Pensamento Computacional na educação

Com o objetivo de prover argumentos quantitativos para a premissa de que habilidades em computação são fundamentais para estudantes no ensino básico, Oliveira et al. (2014) apresenta um estudo quantitativo que correlaciona o desempenho de alunos do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental brasileiros com habilidades do PC. Para mensurar as habilidades em PC utilizou um teste de raciocínio lógico baseado em um modelo de Máquina de Turing proposto no seu trabalho. Como conclusões o autor expressa a existência de uma correlação positiva significativa entre a avaliação realizada e o desempenho médio dos alunos após o ano letivo.

Semelhante a Oliveira buscou-se avaliar a relação entre o desempenho de estudantes na educação básica e o PC, no entanto, em nosso estudo analisamos essa relação ao final da educação básica utilizando o desempenho de estudantes no ENEM, o PC foi mensurado em termos das habilidades em programação de computadores. Além disso, buscamos quantificar o efeito do PC para cada área do conhecimento avaliada no ENEM por meio de uma análise comparativa entre grupos de controle e experimental.

O estudo feito por Dyne e Braun (2014) propõe e avalia um curso de PC denominado CS0, seu objetivo foi apoiar o desenvolvimento de habilidades resolução de problemas em estudantes universitários. Os conteúdos abordados no curso envolveram raciocínio lógico, resolução de problemas e aspectos gerais de programação utilizando o kit de robótica Lego Midstorms NXT (DYNE; BRAUN, 2014). Para mensurar os efeitos do curso nas habilidades de resolução de problemas utilizaram o Whimbey Analytical Skills Inventory – WASI e a análise do estudo considerou dois grupos de estudantes, o grupo experimental formado unicamente com alunos do CS0 e o grupo de controle formado por estudantes do curso Foundations of Engineering and Science Program – FESP similar ao CS0, mas voltado para engenharia e programas de ciências. Com base em uma análise estatística concluem que após o CS0 os estudantes apresentaram uma evolução significativamente melhor em relação ao FESP. Assim, os autores apontam que estudar conteúdos que abrangem o Pensamento Computacional pode melhorar as habilidades analíticas de qualquer estudante (DYNE; BRAUN, 2014).

Nosso estudo difere do de Van Dyne e Braun principalmente do ponto de vista metodológico, uma vez que utilizamos nesse trabalho designs de pesquisa do tipo *ex post facto* e quase-experimentais, enquanto que os autores optaram por uma pesquisa ação (COHEN et al., 2011). Além disso, utilizamos também amostras de estudantes da educação básica nacional adotando grupos de controle sem experiência em cursos similares sempre que possível.

Haddad e Kalaani (2015) apresentam resultados de uma investigação sobre a relação entre PC e o desempenho acadêmico de estudantes. Com base em observações empíricas os autores perceberam uma forte correlação entre o desempenho de estudantes de Engenharia na disciplina de Computação para Engenharia e seu potencial de sucesso no decorrer do seu curso. Nesse cenário, para testar a hipótese de que PC é um importante preditor do futuro acadêmico de estudantes Haddad e Kalaani analisaram o desempenho geral de 982 estudantes de Engenharia da *Georgia Southern University*. Estes cursaram formalmente a disciplina de Computação para Engenharia, o curso oferece um ambiente multidisciplinar onde os estudantes aprendem conceitos de programação usando MATLAB, fundamentos de PC, bem como analisam e projetam algoritmos para resolução de problemas em engenharia. O modelo estatístico proposto por Haddad e Kalaani consiste de duas variáveis preditoras, *habilidades em PC*: representadas pela nota final da disciplina, e *Estilo de ensino*: representada por diferentes instrutores do curso. Utilizando um modelo linear os autores conseguiram validar a hipótese de que PC pode em geral prever as conquistas acadêmicas de estudantes de Engenharia, como consequência desse resultado, os autores ainda indicam que intervenções poderiam ser iniciadas no nível do K-12 (no Brasil do ensino Fundamental ao Médio) para melhor preparar a próxima geração de Engenheiros (HADDAD; KALAANI, 2015).

Semelhante a Haddad e Kalaani (2015) realizamos um estudo envolvendo turmas de Introdução a Ciência da Computação para estudantes de Engenharia, no entanto, procurou-se observar os efeitos de tópicos de PC integrados a disciplina em relação a um grupo de controle por meio de um design quase-experimental.

Kalelioglu (2015) apresenta uma estudo acerca do ensino de PC por meio da plataforma code.org, em um nível amplo, o pesquisador investigou os efeitos do ensino por meio do site sob habilidades de pensamento reflexivo para a resolução de problemas. Para isso, o autor realizou um quase-experimento onde a variável independente foi o ensino de programação para o ensino primário, já a variável dependente foi a habilidade reflexiva de resolução de

problemas medida através de uma Escala de Habilidades de Pensamento Refletivo para Solução de Problemas, o design do estudo em questão considerou a realização de um pré e pós teste em um único grupo para avaliação dos resultados. Os participantes dessa pesquisa foram 32 alunos do 4º ano de uma escola primária que aprenderam programação durante cinco semanas no code.org. Os resultados encontrados por Kalelioglu indicam que o estudo de programação no site code.org não causam diferenças significativas na habilidade de pensamento reflexivo para a resolução de problemas em alunos da escola primária. Por outro lado, o autor aponta que qualitativamente os estudantes que participaram da pesquisa relataram que melhoraram conhecimentos em matemática e geometria.

Kalelioglu Kalelioglu (2015) testes de resolução de problemas foram aplicados junto a estudantes da educação básica brasileira buscando evidências de que PC promovido pela programação de computadores pode aprimorar habilidades de resolução de problemas. No entanto, a principal diferença entre o nosso estudo e o apresentado por Kalelioglu foi a utilização de uma escala de Habilidades de Pensamento Refletivo para Solução de Problemas.

3.4 Conclusão do capítulo

Nesse capítulo foram apresentados de forma sucinta trabalhos que de modo geral se relacionam ao foco desta pesquisa. Considerando os trabalhos apresentados a respeito do desenvolvimento do PC por meio da programação é possível observar que há na literatura um consenso sobre a aquisição de PC ao estudar programação, além disso, há uma série de ideias e métodos utilizados para o desenvolvimento do PC com ênfase em programação de computadores. No entanto, apesar da variedade de designs de cursos apresentados, parece haver um consenso entre os pesquisadores acerca das linguagens de programação visual, como por exemplo, Scratch ou Blockly facilitarem o processo de aquisição do PC.

Por outro, poucos são os trabalhos que apresentam avaliação quantitativa dos efeitos do PC, esse fato pode ser explicado pela falta consenso sobre a definição e habilidades relacionadas ao PC, além disso a falta de instrumentos válidos para mensurar PC inviabiliza investigações aprofundadas sobre os efeitos do PC na educação. Trabalhos com avaliação dos efeitos do PC frequentemente apresentam uma avaliação positiva dos resultados, e assim, reafirmam a hipótese de que PC pode apoiar de forma transversal outras disciplinas da

educação básica.

Capítulo 4

Um estudo piloto sobre os efeitos do PC sobre o desempenho acadêmico na educação básica

4.1 Introdução

Considerando o contexto apresentado no Capítulo 1 conduzimos um estudo piloto com objetivo analisar o efeito do PC no desempenho de estudantes na educação básica. Nesse trabalho buscamos responder às seguintes questões de pesquisa: (RQ1) O PC tem alguma relação com o desempenho dos estudantes no ensino básico? (RQ2) O PC pode melhorar o desempenho dos estudantes no ensino básico? Para isso, desenvolvemos um estudo quantitativo seguindo uma metodologia do tipo *ex post facto* utilizando uma amostra fornecida por 103 estudantes de cursos relacionados à TI e Ciência da Computação no estado da Paraíba. Avaliamos o desempenho destes ao final da educação básica através das médias de cada um no Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM em relação às habilidades destes em PC (mensurado em termos do conhecimento em programação de computadores) durante o ensino básico.

Os resultados deste ensaio foram sumarizados e publicados em Rodrigues et al. (2015) e mostram que existe uma correlação moderada entre o desempenho de estudantes ao fim da educação básica e as habilidades do PC desenvolvidas pela programação. Além disso, observamos que estudantes proficientes em programação possuem desempenho superior de até 13.49% em relação àqueles com pouco ou nenhum nível de experiência acerca do tema.

4.2 Metodologia

O presente trabalho tem natureza empírica sendo caracterizada como uma pesquisa do tipo *ex post facto*. Segundo Cohen et al. (2011), a pesquisa do tipo *ex post facto* é um estudo observacional retrospectivo, que investiga possíveis relações de causa e efeito entre fatores e certos aspectos pertinentes a uma população ou grupo.

4.2.1 Design da Pesquisa

Tendo em vista o objetivo de analisar o efeito do PC no desempenho de estudantes na educação básica, utilizamos as seguintes variáveis para compor o design da pesquisa expresso na Tabela 4.1:

Experiência em programação de computadores (PC): Consideramos que as habilidades relacionadas à prática em programação de computadores compreendem o núcleo do PC (RESNICK et al., 2009).

Desempenho no ENEM (D): Consideramos também que esta variável é uma representação confiável das aptidões do estudante ao fim da educação básica, pois segundo o INEP (2015) “A finalidade primordial do ENEM é a avaliação do desempenho escolar e acadêmico ao fim do ensino médio”.

Tabela 4.1: Design da pesquisa

Grupos	Variável Independente	Variável Dependente
Experimental	<i>PC</i>	D_1
Controle		D_2

O design apresentado na Tabela 4.1 foi baseado em Cohen et al. (2011), e considera uma análise entre dois grupos de estudantes com perfis similares pertencentes a mesma população, onde o fator PC é a única característica que distingue ambos os grupos.

4.2.2 Questões de pesquisa e hipóteses

As questões de pesquisa que motivaram o desenvolvimento desse trabalho foram:

- RQ1: O PC tem alguma relação com o desempenho dos estudantes no ensino básico?

- H1.0: Não há evidência de correlação entre o desempenho dos estudantes ao fim da educação básica e seu nível de proficiência em PC;
- H1.1: Existe uma correlação entre o desempenho dos estudantes ao fim da educação básica e seu nível de proficiência em PC;
- RQ2: O PC pode melhorar o desempenho dos estudantes no ensino básico?
- H2.0: Não há diferença estatística entre as médias do ENEM de ambos os grupos;
- H2.1: Estudantes pertencentes ao grupo experimental possuem desempenhos superiores em relação aos do grupo de controle;

4.2.3 Coleta, análise primária dos dados e caracterização dos grupos

A análise proposta neste estudo considerou uma amostra da população de estudantes de cursos relacionados à Ciência da Computação e TI do estado da Paraíba. Os dados para análise foram fornecidos voluntariamente por 110 estudantes matriculados em cursos nas cidades de João Pessoa, Rio Tinto, Campina Grande, Patos e Cajazeiras por meio de um formulário online. Os dados coletados foram relativos ao tipo de instituição que cada estudante frequentou durante a educação básica, sua experiência em relação à programação durante a educação básica, mensurada através de uma escala likert, e seu desempenho detalhado de cada eixo cognitivo avaliado no ENEM.

A coleta dos dados ocorreu entre os meses de setembro e outubro de 2014. Os dados coletados foram organizados em uma tabela e passaram por uma análise primária antes da realização de qualquer teste. O objetivo desta etapa foi identificar inconsistências nas respostas dos participantes, por exemplo, um respondente pode informar que aprendeu sobre uma linguagem de programação durante o ensino médio e ao mesmo tempo informar que sua escala de conhecimento sobre o tema é nula. Tais informações foram identificadas e optou-se pela eliminação dessas.

Após a coleta e análise primária dos dados, uma amostra de 103 estudantes foi considerada para análise neste estudo. Por conseguinte, para composição dos grupos experimental e controle foi utilizado informações acerca das habilidades em programação dos estudantes. Assim, os grupos foram caracterizados como mostra a Tabela 4.2.

Tabela 4.2: Caracterização dos grupos

Grupos	Rede Pública	Rede Privada	Rede Federal
Experimental	10	26	5
Controle	24	35	3

4.2.4 Análise dos dados

Neste estudo, foi analisado o desempenho de estudantes ao final da educação básica (mensurado pelo desempenho do ENEM) em relação ao nível de conhecimento dos estudantes em programação (mensurado por uma escala Likert).

Para análise dos dados foi utilizada a linguagem de programação R e o software RStudio. O processo de análise dos dados utilizou reamostragem baseada no método *bootstrap*, foram geradas 5000 amostras de tamanho 39 mantendo as mesmas proporções de alunos das esferas particular, pública e federal.

Os testes de Shapiro-Wilk e de Levene foram utilizados para analisar respectivamente a normalidade e a homocedasticidade dos dados, ambos pressupostos para o teste t de Student, utilizado para análise da diferença entre as médias de cada grupo (Experimental e Controle). O teste de correlação de Pearson foi utilizado para analisar a relação entre o desempenho no ENEM e as habilidades dos estudantes em programação.

4.3 Resultados e discussão

Nesta seção, são descritos os resultados e discussão do presente estudo. As subseções a seguir tratam de responder as questões de pesquisa que nortearam esse trabalho.

4.3.1 RQ1: O PC tem alguma relação com o desempenho dos estudantes no ensino básico?

Para responder à primeira questão de pesquisa RQ1: O PC tem alguma relação com o desempenho dos estudantes no ensino básico? Foram analisados gráficos de dispersão (ver Figura 4.1) que associam o desempenho de estudantes nas áreas avaliadas no ENEM (eixo y dos gráficos) as suas habilidades em programação (eixo x dos gráficos), estas mensuradas por meio de uma escala Likert.

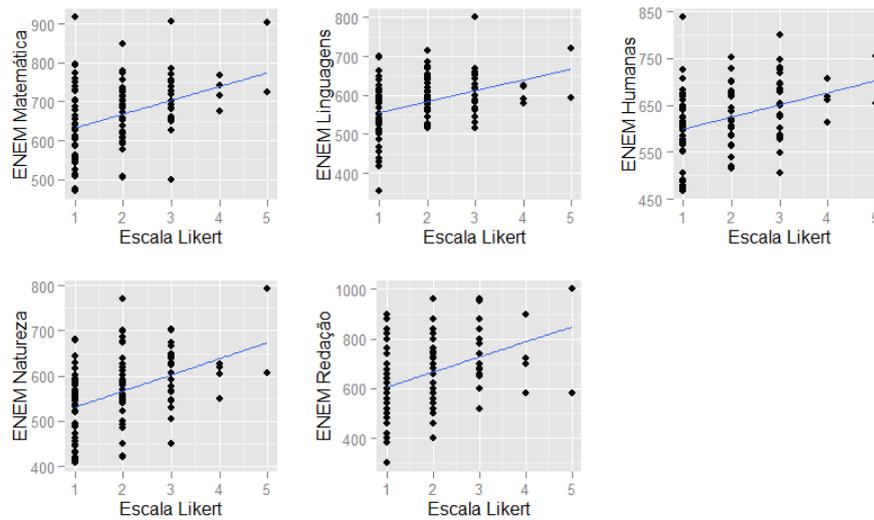


Figura 4.1: Gráficos de dispersão do desempenho no ENEM em função de habilidades em programação

Pela Figura 4.1 se observa uma possível correlação positiva entre as variáveis estudadas, pois as médias dos estudantes nas áreas avaliadas no ENEM (eixo y) tendem à aumentar em decorrência de elevações nas habilidades de programação (eixo x).

Contudo, foi realizado o teste de correlação de Pearson entre o desempenho dos estudantes ao fim da educação básica e seu nível de proficiência em programação (mensurado por uma escala Likert) com 95% de confiança. A Tabela 4.3 apresenta o coeficiente de correlação amostral de Pearson (r) para essas variáveis.

Analisando cada coeficiente fica evidente a existência de uma correlação moderada positiva entre as variáveis estudadas, uma vez que para todos os casos $0.30 < r < 0.70$ ¹. Para analisar a significância dessa correlação utilizou-se a estatística t (ZIMMERMAN et al., 2003).

Tabela 4.3: Coeficiente de correlação de Pearson

	Matemática	Linguagens	Humanas	Natureza	Redação
Escala Likert	0.3801	0.3899	0.3349	0.4206	0.4111

De acordo com Zimmerman et al. (2003, p. 8), a estatística t é frequentemente utilizada para avaliar se o coeficiente de correlação de Pearson (ou Spearman) é significativo. Consultando a tabela da distribuição t de Student, verifica-se que, para essa análise, o valor crítico

¹ A regra geral adotada para interpretação do coeficiente de correlação de Pearson foi baseada em Rumsey (2010)

de t é 1.98, pois temos $n-2 = 101$ graus de liberdade e consideramos um nível de significância de 5%.

A Tabela 4.4 apresenta o valor t calculado com base no coeficiente de correlação de Pearson (ver Tabela 4.3). Como o valor calculado de t (Tabela 4.4) é superior ao valor crítico ($t = 1.98$), podemos concluir que existem evidências de que o desempenho dos estudantes ao fim da educação básica (mensurado pelo desempenho no ENEM) e seu nível de proficiência em programação (mensurado por uma escala Likert) estejam correlacionados.

Logo, rejeitamos a hipótese nula H1.0: Não há evidência de correlação entre o desempenho dos estudantes ao fim da educação básica e seu nível de proficiência em PC; e aceitamos a hipótese alternativa H1.1: Existe uma correlação entre o desempenho dos estudantes ao fim da educação básica e seu nível de proficiência em PC.

Tabela 4.4: Cálculo do valor t

	Matemática	Linguagens	Humanas	Natureza	Redação
Escala Likert	4.13	4.26	3.57	4.66	4.53

A partir dessa análise é possível supor que existe uma relação positiva entre o PC e o desempenho dos alunos na educação básica e que essa pode decorrer da aptidão desses alunos em resolução de problemas, critério base na avaliação do ENEM.

4.3.2 RQ2: O PC pode melhorar o desempenho dos estudantes no ensino básico?

Para responder à segunda questão de pesquisa RQ2: O PC pode melhorar o desempenho dos estudantes no ensino básico? foi realizado um teste não pareado com os dados grupos experimental e de controle considerando como hipótese alternativa que as médias do grupo experimental são maiores que a do grupo de controle. Para garantir o rigor estatístico da análise os pressupostos do teste t (normalidade e homocedasticidade dos dados) foram avaliados. Todos os testes expressos foram realizados com nível de confiança de 95%.

Para verificar a hipótese nula sobre a normalidade e homogeneidade dos dados coletados foram realizados respectivamente os testes de Shapiro-Wilk e Levene. A Tabela 4.5 apresenta o p -value dos testes para cada conjunto de médias do ENEM.

Analisando os resultados do teste Shapiro-Wilk e Levene na Tabela 4.5, para um nível de

Tabela 4.5: P-value dos testes de normalidade, homocedasticidade e t-Student

Teste	Matemática	Linguagens	Humanas	Natureza	Redação
Shapiro-Wilk	0.3091	0.2509	0.3847	0.07579	0.8807
Levene	0.4038	0.1875	0.5986	1.0000	0.9614
t-student	0.0026	0.0259	0.0107	0.0035	0.0060

significância $\alpha = 0.05$, constatamos que não podemos rejeitar as hipóteses de normalidade e homogeneidade, pois obtivemos um p-value $> \alpha$ em ambos os testes para cada conjunto de dados do ENEM.

O p-value do teste t é observado na Tabela 4.5 e para um nível de significância $\alpha = 0.05$ rejeitamos a hipótese nula H_0 : Não há diferença estatística nos resultados do ENEM de ambos os grupos, pois para todos os eixos cognitivos abordados no ENEM, temos um p-value $< \alpha$. Assim, podemos assumir a hipótese alternativa $H_{2.1}$: Estudantes pertencentes ao grupo experimental possuem desempenhos superiores em relação aos do grupo de controle. A diferença média entre os grupos pode ser observada de maneira detalhada na Tabela 4.6.

Tabela 4.6: Diferença média de pontos entre os grupos e intervalos de confiança

Grupos	Matemática	Linguagens	Humanas	Natureza	Redação
Experimental	704.47	603.12	650.63	599.51	716.70
Controle	644.07	569.85	608.52	546.61	631.52
Diferença média	60.40	33.27	42.11	52.90	85.18
Diferença média %	9.38%	5.84%	6.92%	9.68%	13.49%
IC da Diferença	(59.44, 61.65)	(33.31, 34.20)	(41.12, 43.13)	(51.73, 53.71)	(82.52, 86.14)

Com base nos dados disponíveis na Tabela 4.6 verificamos que a diferença média percentual entre os grupos varia de 5.84% a 13.49%. Em termos de pontuação, significa que estudantes com proficiência em práticas do PC tiveram um aumento de 33.27 até 85.18 pontos em relação ao grupo de estudantes que não possuíam nenhum nível de conhecimento sobre o tema.

A partir dos intervalos de confiança (IC) para a diferença média entre o desempenho do grupo experimental e controle expressos na Tabela 4.6 se observa uma pequena faixa de valores² possíveis para a diferença média entre os grupos. Além disso, verificando que nenhum dos IC inclui zero, é possível afirmar com 95% de confiança que o desempenho de

² Segundo Rumsey (2010, p. 71), o tamanho da margem de erro do intervalo de confiança é afetado pelo tamanho da população e nível de confiança. Assim, uma vez que nesse estudo os IC foram calculados considerando uma grande amostra gerada por um processo de reamostragem (bootstrap) um intervalo de confiança pequeno era esperado.

estudantes do grupo experimental no ENEM é melhor em relação ao grupo controle.

4.3.3 Relações entre o PC e o ENEM

De maneira semelhante ao PC o ENEM envolve no seu cerne a resolução de problemas. Ela está presente como critério avaliativo em todos os eixos cognitivos abordados no exame. A seguir apresentamos as relações entre as competências do ENEM (ver Tabela 2.1) e os conceitos do PC descritos em (BARR; STEPHENSON, 2011):

Dominar linguagens (DL): O PC pode apoiar o desenvolvimento dessa competência uma vez que seu núcleo faz uso da linguagem matemática e científica;

Compreender fenômenos (CF): Esse processo está relacionado à obtenção de informações a partir da observação de um determinado ambiente, assim essa competência envolve claramente os conceitos de coleta, análise e representação de dados, podendo ainda envolver o conceito de simulação;

Enfrentar situações-problema (SP): Envolve principalmente os conceitos de abstração para a compreensão do problema; Coleta, análise e representação dos dados relativos ao problema; Decomposição, diminuindo a complexidade do problema e algoritmos e procedimentos para construção sistêmica de uma solução;

Construir argumentação (CA): Os critérios de coleta, análise e representação de dados estão relacionados com a construção de argumentação, tendo em vista a necessidade do levantamento de argumentos (coleta e análise de informações) a partir de um texto, imagens ou gráficos (representação de dados);

Elaborar propostas (EP): Elaborar uma proposta de intervenção ou de solução para um problema envolve Dominar linguagens (DL), Compreender fenômenos (CF), Enfrentar situações-problema (SP) e Construir argumentação (CA), de modo que pode abranger pelo menos 5 dos 9 critérios apresentados por (BARR; STEPHENSON, 2011).

Analisando essas competências é possível perceber que conceitos relacionados ao PC estão presentes de maneira implícita no contexto da Redação do ENEM (INEP, 2015), uma vez que trata da elaboração de uma proposta de intervenção para um determinado problema.

4.3.4 Ameaças à Validade

Validade de constructo: o questionário utilizado para coleta dos dados foi validado por uma equipe de especialistas. Como a principal finalidade do ENEM é a avaliação do desempenho escolar ao fim do ensino médio, considerou-se que os resultados desse exame são uma medida realística do desempenho de estudantes ao final do ensino básico. Contudo, muitas variáveis parecem estar correlacionadas com essa nota, como por exemplo, o tipo de escola que o aluno cursou durante a educação básica, a realização de cursinho preparatório para o exame, entre outras. Assim, essas variáveis podem confundir os resultados. Em relação às ameaças sociais, os participantes não sabiam quais as hipóteses do trabalho, os dados referentes ao ENEM foram fornecidos voluntariamente pelos alunos.

Validade de conclusão: os pressupostos dos testes estatísticos foram seguidos, no entanto, não foi possível tratar o baixo poder estatístico uma vez que a amostra é considerada pequena. Para tratar o desbalanceamento dos grupos foi realizado um balanceamento utilizando um método de reamostragem com reposição, para isso o perfil dos grupos foi considerado.

Validade interna: em relação a instrumentação, o questionário foi avaliado previamente por especialistas antes da sua divulgação. A confiabilidade dos dados do ENEM coletados via formulário online pode estar ameaçada, pois os estudantes podem cometer erros durante a digitação das médias. A ameaça de seleção não é relevante para essa pesquisa uma vez que os estudantes envolvidos não passaram por nenhuma intervenção e não conheciam a hipótese de pesquisa.

Validade externa: não é possível generalizar os resultados uma vez que a amostra não é representativa da população de estudantes brasileiros.

4.4 Conclusão

Sabendo da importância do desenvolvimento da habilidade de resolução de problemas por estudantes ainda durante o Ensino Fundamental e Médio, o presente trabalho buscou analisar a relação do PC com o desempenho de estudantes ao final do ensino básico.

Este trabalho analisou o desempenho ao final da educação básica de dois grupos de estudantes de cursos na área de Ciência da Computação do estado da Paraíba utilizando para isso o ENEM. De modo geral, cada grupo diferiu entre si apenas pela experiência em pro-

gramação adquirida antes da realização do ENEM. Baseando-se em pesquisas consolidadas na literatura consideramos que a programação é uma prática que estimula fortemente as habilidades concernentes ao PC.

Ao final da pesquisa foi observado que os estudantes com experiência em programação obtiveram um desempenho melhor em todos os eixos cognitivos abordados no ENEM em relação aos alunos que não estudaram programação. Esses resultados de certa forma eram esperados, pois a matriz de referência desse exame tem como fundamento a habilidade de resolução de problemas que também é fortemente explorada por parte do PC. Contudo, diante do pequeno número de amostras ainda não é possível generalizar o resultado dessa pesquisa para outras populações de estudantes.

Os resultados do presente trabalho corroboram com os resultados qualitativos apresentados na literatura sobre o PC, bem como apoiam a rejeição da hipótese nula de trabalho H1.0 (hipótese nula): Não há evidência estatística de que PC pode melhorar habilidades de resolução de problemas e o desempenho de estudantes em disciplinas da educação.

Além disso, favorecem o investimento no desenvolvimento de técnicas, estratégias e ferramentas para sua aplicação no ensino básico. Estes resultados motivaram o aprofundamento do estudo com outras populações buscando esclarecer os benefícios relacionados a essa área do conhecimento.

Capítulo 5

Revisitando os efeitos do PC sobre o desempenho acadêmico na educação básica

5.1 Introdução

Este estudo procurou complementar os resultados obtidos no estudo piloto descrito no capítulo 4. Para sua realização utilizou-se metodologia similar ao piloto, no entanto nesta etapa foi possível mitigar algumas das suas ameaças à validade.

Visto que a heterogeneidade dos participantes no estudo do capítulo anterior pode afetar as suas conclusões, como forma de melhor controlar variáveis espúrias que pudessem causar um viés nos resultados do estudo piloto coletamos uma amostra homogênea de 113 estudantes que realizaram o ENEM no ano de 2014, além disso, utilizando um teste de proficiência em programação avaliamos de forma mais precisa as habilidades dos estudantes em PC.

Os resultados obtidos neste estudo apontam que existe uma relação moderada entre o desempenho de estudantes no teste de proficiência em programação e sua média geral no ENEM. Além disso, constatamos que estudantes com experiência em programação desenvolvida durante a educação básica obtiveram resultados superiores em relação aos que não estudaram programação. Os resultados deste capítulo foram sumarizados e publicados em Rodrigues et al. (2016).

5.2 Metodologia

Esta é uma pesquisa do tipo *ex-post facto* (COHEN et al., 2011) buscamos identificar alguma relação de causa-efeito no desempenho de dois grupos de estudantes recém ingressos no ensino superior onde a única característica determinante para distinção de ambos é a experiência em programação de computadores durante o ensino Fundamental ou Médio.

5.2.1 Design da pesquisa

Tendo em vista o objetivo de analisar o efeito do PC no desempenho de estudantes na educação básica, utilizamos as seguintes variáveis para compor o design da pesquisa expresso na Tabela 5.1:

PC: Corresponde as habilidades relacionadas à prática em programação de computadores medidas por meio de um teste (ver apêndice A), a programação foi utilizada, pois acreditamos que por meio dela é possível explorar o núcleo do PC (RESNICK et al., 2009).

Desempenho no ENEM (D): Corresponde ao desempenho dos estudantes no ENEM, consideramos que o resultado deste exame é uma representação confiável das aptidões do estudante ao fim da educação básica. Pois, de acordo com o INEP (2015), “A finalidade primordial do Enem é a avaliação do desempenho escolar e acadêmico ao fim do ensino médio”.

Tabela 5.1: Design da pesquisa

Grupos	Variável Independente	Variável Dependente
Experimental	PC	D_1
Controle		D_2

O design apresentado na Tabela 4.1 considera uma análise entre dois grupos de estudantes com perfis similares pertencentes a mesma população, onde o fator PC é a única característica que distingue ambos os grupos.

5.2.2 Questões de pesquisa e hipóteses

- RQ1: O PC tem alguma relação com o desempenho dos estudantes no ensino básico?

- H1.0: Não há evidência de correlação entre o desempenho dos estudantes ao fim da educação básica e seu nível de proficiência em PC;
- H1.1: Existe uma correlação entre o desempenho dos estudantes ao fim da educação básica e seu nível de proficiência em PC;
- RQ2: O PC pode melhorar o desempenho dos estudantes no ensino básico?
- H2.0: Não há evidência estatística que PC pode melhorar o desempenho de estudantes no ensino médio;
- H2.1: Existem evidências estatísticas que PC pode melhorar o desempenho de estudantes no ensino médio;

5.2.3 Amostra e coleta dos dados

Para responder as questões de pesquisas anteriormente expressas tomamos uma amostra da população de estudantes que realizaram o ENEM no ano de 2014 e ingressaram nos períodos 2015.1 e 2015.2 do curso de Ciência da Computação da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Todos os participantes forneceram dados para pesquisa de forma voluntária.

A coleta ocorreu em duas fases de forma presencial na universidade: A primeira fase consistiu da aplicação de um pré-teste para mensurar o nível de proficiência em programação de computadores (ver apêndice A) de cada estudante ao final da educação básica. Em ambas as turmas, o teste foi aplicado antes do início das aulas de programação.

A segunda fase consistiu da aplicação de um formulário em meio digital (ver apêndice B) para coleta de dados do perfil dos estudantes, bem como desempenho específico em cada área avaliada no ENEM. Os dados coletados nessa fase consistem do desempenho de detalhado de cada estudante no ENEM; tipo de escola que estudou durante o ensino básico; participação dos estudantes em olimpíadas de conhecimento e programação. experiência em programação durante alguma fase da sua educação formal e nível de conhecimento em programação de computadores.

Após a segunda fase os estudantes foram caracterizados de acordo suas habilidades em programação nos grupos experimental e controle, bem como de acordo com o tipo de escola em que cursaram o ensino Médio. O resultado dessa classificação é observado na Tabela 5.2.

Tabela 5.2: Caracterização dos grupos

Grupos	Rede Pública	Rede Privada	Rede Federal
Experimental	19	36	7
Controle	19	28	4

5.2.4 Análise dos dados

Para análise dos dados foi utilizada a linguagem de programação R. O processo de análise dos dados envolveu testes de hipóteses, teste de tamanho de efeito e de correlação. Todos os testes realizados considerando pressupostos estatísticos e um nível de significância $\alpha = 0.05$.

Para controlar a heterogeneidade dos grupos experimental e controle na amostra Tabela 5.2 realizou-se um processo de reamostragem com base no método *Bootstrapping* (EFRON; TIBSHIRANI, 1994). Nessa etapa, foram geradas 5000 amostras de tamanho 51 mantendo as mesmas proporções de alunos das esferas particular, pública e federal. Assim, os grupos foram analisados com as mesmas proporções de estudantes das esferas particulares, públicas e federais.

5.3 Resultados e discussão

Os resultados e discussão do presente estudo são apresentados nesta seção. Cada subseção a seguir trata de responder uma determinada questão de pesquisa.

5.3.1 RQ1: O PC tem alguma relação com o desempenho dos estudantes no ensino básico?

Para responder a primeira questão de pesquisa avaliamos dados coletados de 113 estudantes que realizaram o ENEM e um teste para avaliar suas habilidades em programação. Consideramos que a proficiência dos estudantes ENEM representa bem o desempenho do estudante ao longo da educação básica, bem como, as habilidades em programação de computadores estimulam o PC.

Analisando o gráfico da distribuição de desempenho geral no ENEM (ver figura 5.1) observamos que a frequência de estudantes acima da média (destacada pela linha pontilhada no gráfico) é maior no grupo experimental em relação ao grupo de controle, isso mostra que

há indícios de que existe uma relação entre o PC e o desempenho de estudantes no ensino básico. Contudo, sabendo que existe uma diferença na qualidade do ensino oferecido em escolas públicas (administradas pelos estados), públicas federais e privadas. Logo, avaliamos essa relação considerando o fator de variação dependência administrativa da escola como se observa na figura 5.2.

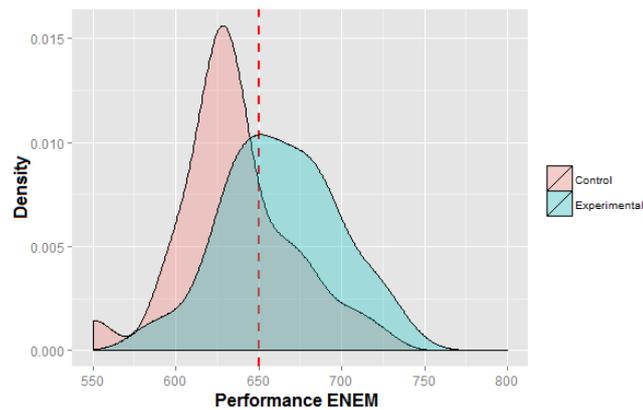


Figura 5.1: Distribuição do desempenho geral no ENEM por grupos

A figura 5.2 apresenta o desempenho geral no ENEM por tipo de escola e grupos (controle e experimental), observamos que, independente do tipo de escola, estudantes do grupo experimental tendem a apresentar desempenho superior no ENEM em relação ao grupo de controle.

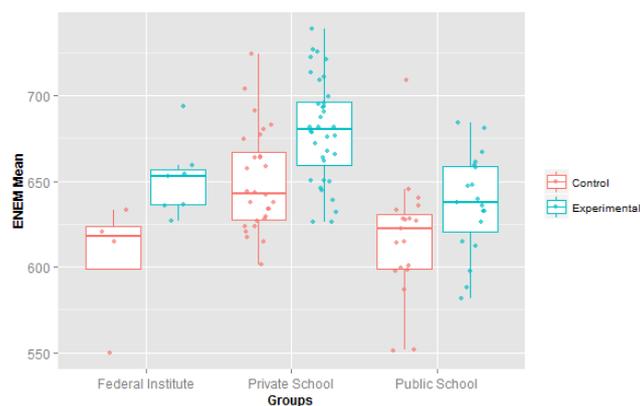


Figura 5.2: Desempenho geral no ENEM por tipo de escola e grupos

Foram analisados ainda gráficos de dispersão (ver Figura 4.1) que associam o desempenho de estudantes nas áreas avaliadas no ENEM (eixo y dos gráficos) as suas habilidades em

programação (eixo x dos gráficos), estas mensuradas por meio do pré-teste de programação (apêndice A).

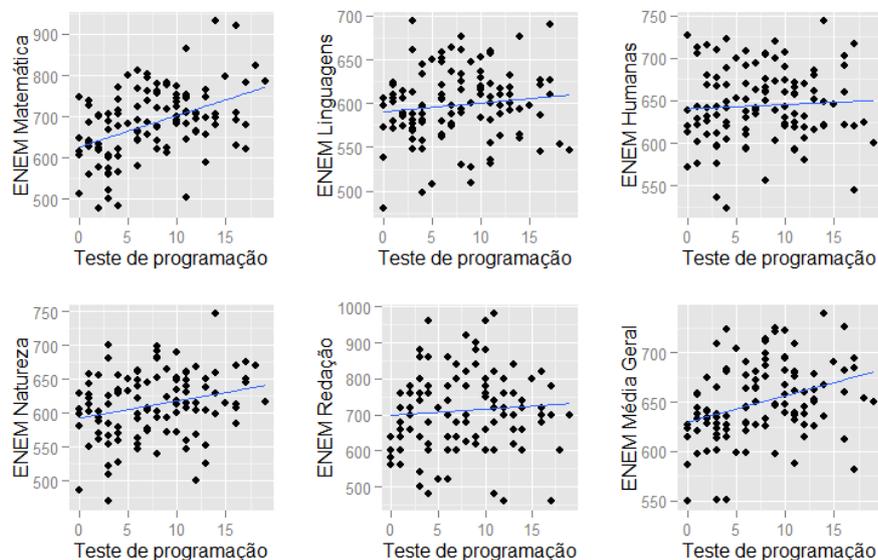


Figura 5.3: Gráficos de dispersão do desempenho no ENEM em função de habilidades em programação

Pela Figura 5.3 se observa uma possível correlação positiva entre o desempenho de estudantes no ENEM em ciências exatas (Matemática e Ciências da Natureza) e suas habilidades em programação (teste de programação). Pois, as médias dos estudantes nessas áreas (ver eixo y nos gráficos na Figura 5.3), tendem à aumentar em decorrência de elevações nas habilidades de programação (ver eixo x nos gráficos na Figura 5.3). Por outro lado, as áreas de Linguagens, Ciências Humanas e Redação não apresentaram qualquer tendência. Contudo, de forma semelhante as áreas de exatas, o desempenho geral no ENEM também apresenta uma tendência positiva.

A análise gráfica demonstra que há indícios da relação entre o PC e o desempenho de estudantes durante a educação básica mensurado pelo ENEM. No entanto, para refutar a hipótese nula $H_{1.0}$: Não há evidência de correlação entre o desempenho dos estudantes ao fim da educação básica e seu nível de proficiência em PC; analisamos quantitativamente essa relação por meio de uma tabela de contingência (ver tabela 5.3) contendo duas variáveis, desempenho no ENEM e desempenho no teste de programação. Por convenção consideramos qualquer valor acima da mediana da amostra alto e qualquer valor abaixo da mediana da amostra baixo.

Tabela 5.3: Tabela de Contingencia 2x2

Média geral no ENEM	Desempenho no teste de programação	
	Acima da média (+)	Abaixo da média (-)
Acima da média (+)	43 (38%)	14 (12%)
Abaixo da média (-)	19 (17%)	37 (33%)

Analisando a tabela 5.3 constatamos indícios de uma correlação moderada, uma vez que se observa um número maior de pontuações nas células onde ambas as variáveis estão acima da mediana (+,+) e da mesma forma observa-se um número maior de scores nas células onde ambas as variáveis estão abaixo da mediana (-,-).

Para apoiar essa evidência realizamos o teste Chi-Squared utilizando tabela 5.3 para testar a hipótese de independência entre as variáveis PC e desempenho no ENEM. Como o $p\text{-value} = 2.192e-05$ resultante do teste Chi-Squared é menor que o nível de significância $\alpha = 0.05$, então rejeitamos a hipótese nula de independência e assumimos que há algum nível de dependência entre as habilidades do PC e o desempenho geral dos estudantes no ENEM.

Desse modo, com um nível de confiança de 95% rejeitamos a hipótese nula H1.0: Não há evidência de correlação entre o desempenho dos estudantes ao fim da educação básica e seu nível de proficiência em PC; e aceitamos a hipótese alternativa H1.1: Existe uma correlação entre o desempenho dos estudantes ao fim da educação básica e seu nível de proficiência em PC.

De forma complementar realizamos o teste de correlação de Pearson para medir a força da correlação entre o desempenho dos estudantes no ENEM e no teste de programação. A tabela 5.4 apresenta o coeficiente de correlação de Pearson r para cada área abordada no ENEM.

A coluna Matemática corresponde ao componente curricular *Matemática e suas Tecnologias* abordado no ENEM, da mesma forma Linguagens, Humanas, Natureza, Redação correspondem respectivamente aos componentes curriculares *Linguagens, Códigos e suas Tecnologias*; *Ciências Humanas e suas Tecnologias*; *Ciências da Natureza e suas Tecnologias*; *Redação* e por fim a coluna General representa o desempenho geral do estudante no ENEM.

Analisando cada coeficiente (ver tabela 5.4) fica evidente a existência de uma correlação moderada positiva entre o desempenho no teste de programação e o desempenho geral no

ENEM, essa relação é válida também para o componente Matemática, uma vez que nestes casos $0.30 < r < 0.70$.

Em relação aos componentes Linguagens, Humanas e Natureza percebemos uma fraca correlação com o resultado da avaliação do pré-teste, uma vez que $0.10 < r < 0.30$ ¹.

Para analisar a significância dessa correlação utilizou-se a estatística t (ZIMMERMAN et al., 2003).

Tabela 5.4: Coeficiente de correlação de Pearson

	Matemática	Linguagens	Humanas	Natureza	Redação	Média Geral
Programação	0.44	0.12	0.06	0.25	0.07	0.34

De acordo com Zimmerman et al. (2003, p. 8), a estatística t é utilizada para avaliar se o coeficiente de correlação de Pearson (ou Spearman) é significativo. Consultando a tabela da distribuição t de Student, verifica-se que para essa análise o valor crítico de t é 1.98, pois temos $n-2 = 111$ graus de liberdade e consideramos um nível de significância de 5%.

Tabela 5.5: Cálculo do valor t

	Matemática	Linguagens	Humanas	Natureza	Redação	Média Geral
Programação	5.16	1.27	0.63	2.72	0.74	3.80

A Tabela 5.5 apresenta o valor t calculado para cada área avaliada no ENEM com base no coeficiente de correlação de Pearson (ver Tabela 5.4). O valor t calculado indica que o coeficiente de correlação (Tabela 5.4) não é significativo nas áreas de Linguagens, Ciências Humanas e Redação, pois para esses casos o valor calculado de t (Tabela 5.5) é inferior ao valor crítico ($t = 1.98$). Logo, é possível concluir que não há evidências de correlação entre o nível de proficiência em programação de estudantes e seu desempenho nas áreas de Linguagens, Ciências Humanas e Redação.

Contudo, o valor calculado de t (Tabela 5.5) é superior ao valor crítico ($t = 1.98$) para as áreas de Matemática e Ciências da Natureza, bem como para o desempenho geral no ENEM. Dessa forma, podemos concluir que o coeficiente de correlação (Tabela 5.4) é significativo para essas áreas. Portanto, é possível afirmar que há evidências de correlação entre o desempenho geral de estudantes no ENEM e seu nível de proficiência em programação. Tal afirmativa é válida também para as áreas de Matemática e Ciências da Natureza.

¹ A regra adotada na interpretação do coeficiente de correlação de Pearson foi baseada em Rumsey (2010)

A partir dessa análise é possível afirmar que existe uma relação positiva entre o PC e o desempenho dos alunos na educação básica, essa relação pode decorrer da aptidão dos alunos do grupo experimental em resolução de problemas, visto que esse é um critério que forma a base da matriz de avaliação do ENEM (Tabela 2.1).

5.3.2 RQ2: O PC pode melhorar o desempenho dos estudantes no ensino básico?

Para responder a segunda questão de pesquisa realizamos um teste *t* de Student com o desempenho no ENEM dos grupos experimental e de controle. Consideramos como hipótese alternativa do teste que as médias do experimental são maiores que as médias do grupo de controle. Para garantir o rigor estatístico da análise os pressupostos do teste *t* (normalidade, homocedasticidade dos dados) foram avaliados. Todos os testes expressos foram realizados com nível de confiança de 95%.

Como os grupos experimental e de controle possuem um número distinto estudantes de escolas pública, federal e privada 5.2 para essa análise realizamos o balanceamento dos grupos utilizando um método de reamostragem pseudoaleatório com reposição baseado no método bootstrap de Efron (EFRON; TIBSHIRANI, 1994). Assim, submetemos para o teste *t* grupos de estudantes com a mesma proporção de estudantes de escolas pública, federal e privada.

Para verificar a hipótese nula sobre a normalidade, homogeneidade de variância dos dados coletados foram realizados respectivamente os testes de Shapiro-Wilk e Levene. A Tabela 5.6 apresenta o *p-value* dos testes para cada conjunto de médias do ENEM.

Tabela 5.6: Testes de hipótese

Teste	Matemática	Linguagens	Humanas	Natureza	Redação	Média Geral
Shapiro-Wilk	0.35	0.64	0.50	0.54	0.63	0.22
Levene	0.55	0.40	0.17	0.52	0.83	0.46
Teste <i>t</i>	<0.01	0.10	0.15	0.01	0.08	<0.01

Analisando os resultados do teste Shapiro-Wilk e Levene na tabela 5.6, para um nível de significância $\alpha = 0.05$, constatamos que não podemos rejeitar as hipóteses de normalidade e homogeneidade das variâncias, pois obtivemos um *p-value* $> \alpha$ em ambos os testes para

amostra de dados do ENEM.

O p -value do teste t é observado na tabela 5.6 e uma vez que p -value $< \alpha = 0.05$ para os componentes de Matemática, Ciências da Natureza e no desempenho geral do ENEM rejeitamos a hipótese nula H2.0: Não há evidência estatística que PC pode melhorar o desempenho de estudantes no ensino médio. Assim, assumimos a hipótese alternativa H2.1: Existem evidências estatísticas que PC pode melhorar o desempenho de estudantes no ensino médio;

Não observamos diferenças significativas no desempenho dos grupos experimental e de controle em relação aos componentes curriculares de Linguagens, Ciências Humanas e Redação, uma vez que para esses casos p -value $> \alpha$.

A diferença média entre os grupos pode ser observada de maneira detalhada na tabela 5.7.

Tabela 5.7: Diferença média e percentual entre os grupos e intervalos de confiança

Grupos	Matemática	Linguagens	Humanas	Natureza	Redação	Média Geral
Experimental (E)	711	603	648	621	725	662
Controle (C)	645	592	639	599	694	634
E - C	66	11	9	22	31	28
(E - C)%	10.2%	1.9%	1.4%	3.7%	4.5%	4.4%
IC (E - C)	(66.02, 66.98)	(10.33, 10.86)	(8.78, 9.35)	(21.49, 22.12)	(30.62, 32.09)	(27.65, 28.07)

Com base nos dados da tabela 5.7 verificamos que a diferença média percentual entre os grupos varia de 1.4% a 10.2%. Em termos de pontuação, significa que estudantes com proficiência em práticas do PC tiveram um aumento de 4 até 66 pontos em relação ao grupo de estudantes que não possuíam nenhum nível de conhecimento sobre o tema.

A partir dos intervalos de confiança (IC) para a diferença média entre o desempenho do grupo experimental e controle expressos na Tabela 5.7 se verifica uma pequena faixa de valores² possíveis para a diferença média entre os grupos. Além disso, verificando que nenhum dos IC inclui zero, é possível afirmar com 95% de confiança que o desempenho de estudantes do grupo experimental no ENEM foi de alguma forma melhor em relação ao grupo de controle.

A análise do tamanho do efeito do PC no grupo experimental sobre o grupo de controle por meio do d de Cohen (COHEN, 1992) para todos os componentes curriculares avaliados

²De acordo com Rumsey (2010, p. 71), a margem de erro do IC depende do tamanho da população e nível de confiança. Desse modo, espera-se obter um IC pequeno considerando um alto nível de confiança e uma amostra suficientemente grande.

no ENEM é apresentada na tabela 5.8. De acordo com a métrica de avaliação de (COHEN, 1992) o desempenho geral no ENEM apresentou um efeito médio, já o componente curricular matemática apresentou um efeito alto, enquanto que os componentes de Linguagens, Ciências Humanas, Ciências da Natureza e Redação apresentaram um efeito pequeno.

Tabela 5.8: Tamanho do efeito

Teste	Matemática	Linguagens	Humanas	Natureza	Redação	Média Geral
Cohen d	0.86	0.27	0.21	0.46	0.28	0.78
Tamanho do Efeito	Grande	Pequeno	Pequeno	Pequeno	Pequeno	Médio
(E > C)%	80.5%	60.6%	58.3%	67.7%	61%	78.2%

Pela tabela 5.8 observamos que o percentual dos indivíduos do grupo experimental (E) que apresentam uma média superior em relação ao grupo controle (C) varia de 58.3% até 80.5% de acordo com a área avaliada no ENEM.

5.4 Ameaças à Validade

Validade de Constructo: Os formulários para coleta de dados e testes utilizados foram validados por especialistas. Os resultados do ENEM foram adotados neste ensaio como uma medida realística do desempenho escolar ao final da educação básica, pois a sua principal finalidade é a avaliar o desempenho escolar ao fim do ensino médio. Toda via, muitas variáveis podem estar correlacionadas com essa nota, por exemplo, o tipo de escola que o aluno cursou durante a educação básica, a realização de cursinho preparatório para o exame entre outras. Assim, tais variáveis podem confundir os resultados.

Validade Interna: Nesse estudo analisamos amostras aleatórias da população de estudantes, além disso, com a utilização de um teste para avaliar habilidades em programação foi possível mitigar alguns dos fatores espúrios de variação que podem influenciar os resultados, com isso buscamos diminuir o viés e garantir a validade interna. Como os estudantes podem cometer erros durante a digitação das médias do ENEM no formulário de coleta de dados a confiabilidade dos dados pode estar ameaçada.

Validade de Conclusão: O pequeno número de amostras aumenta a probabilidade de erro do tipo II (aceitar a hipótese nula quando ela é falsa). Contudo, consideramos todos os

pressupostos dos testes estatísticos utilizados nesse trabalho, bem como utilizamos amostras homogêneas na análise dos dados.

Validade Externa: Como o número de amostras utilizadas no nosso estudo não é representativo da população de estudantes, não podemos generalizar os resultados.

5.5 Conclusão

Semelhante ao estudo piloto apresentado no Capítulo 4 este trabalho analisou o desempenho ao final da educação básica (mensurado pelo resultado do ENEM) de dois grupos de estudantes recém ingressos no curso de Ciência da Computação da UFCG. Consideramos que de modo geral, cada grupo diferiu entre si apenas pela experiência em programação adquirida antes da realização do ENEM.

Os resultados apontam que estudantes com experiência em programação obtiveram um melhor desempenho geral no ENEM e especificamente nas áreas de *Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Matemática e suas Tecnologias* os alunos do grupo experimental apresentaram uma diferença estatística significativa em relação ao grupo de controle. Esses resultados eram esperados, uma vez que nessas áreas há maior ênfase em resolução de problemas, além disso, eles convergem com resultados encontrados no estudo piloto, bem como com pesquisas qualitativas sobre o tema. Além disso, indicam que se pode rejeitar a hipótese de trabalho H1.0 (hipótese nula): Não há evidência estatística de que PC pode melhorar habilidades de resolução de problemas e o desempenho de estudantes em disciplinas da educação.

Contudo, em relação as demais áreas avaliadas no ENEM não se verificou diferenças significativas entre o desempenho dos grupos. Esses resultados divergem do estudo piloto, e de fato não eram esperados, uma vez que na matriz de referência do ENEM todos os exames tem como fundamento a habilidade de resolução de problemas, além disso, estudos teóricos sobre o PC apontam que suas habilidades são extensíveis para todas as áreas do conhecimento. Logo, são necessários mais estudos com populações semelhantes para obtenção de generalidade em relação aos benefícios adquiridos por meio do PC, bem como, há necessidade de avaliações qualitativas mais profundas em relação aos testes que compõe o ENEM e seus respectivos alinhamentos com o PC.

Especialmente em relação a Redação, onde os estudantes apresentam argumentos que so-

lucionam um determinado problema, esperávamos que os resultados fossem semelhantes ao estudo piloto, no entanto, a divergência entre os resultados do estudo piloto especificamente nessa área pode estar relacionado as mudanças no tema que norteiam a Redação à cada ano, por exemplo, em 2014 o tema da redação foi "publicidade infantil em questão no Brasil", assim, diante de temas relacionados a problemas onde o aluno é levado a buscar e analisar dados para construir a sua argumentação espera-se que estudantes do grupo experimental obtenham melhor desempenho.

Apesar disso, os estudantes do grupo experimental obtiveram um desempenho geral significativamente melhor no ENEM em relação aos estudantes do grupo de controle, esse resultado se apresentou tanto em testes de tamanho do efeito quanto em testes de hipótese. Assim, concluímos que PC pode ajudar à desenvolver habilidades que favorecem o desempenho de estudantes na avaliação do ENEM, logo, considerando que o ENEM é um bom representativo do das habilidades que os estudantes desenvolvem na educação básica, os benefícios do PC podem ser também extensíveis para as demais fases da educação básica.

Capítulo 6

Avaliação dos efeitos do PC sobre as habilidades de resolução de problemas na educação básica

6.1 Introdução

Neste capítulo apresentamos um estudo que teve por objetivo analisar o efeito do PC sob as habilidades de resolução de problemas de estudantes do ensino Médio, buscou-se responder a seguinte questão de pesquisa RQ: PC pode melhorar as habilidades de resolução de problemas de estudantes do ensino médio? para isso utilizamos uma abordagem quantitativa.

Para composição do design da nossa pesquisa selecionamos uma amostra aleatória de estudantes que cursam o 2º ano do ensino Médio de uma escola pública de Campina Grande e aplicamos o teste de resolução de problemas WASI – *Whimbey Analytical Skills Inventory* proposto por Whimbey (WHIMBEY et al., 2013) para medir as habilidades dos estudantes nesse aspecto. Para análise classificamos os estudantes em grupos de controle e experimental, onde o grupo de controle foi constituído por alunos do ensino Médio regular, já estudantes do grupo experimental participaram de um curso de informática com ênfase em lógica de programação para desenvolvimento de jogos integrado ao currículo do ensino Médio regular.

Os resultados mostraram que estudantes do grupo experimental obtiveram melhores resultados no teste de resolução de problemas de Whimbey (em média 21.05%) em relação ao grupo de controle onde 71.2% dos indivíduos do grupo experimental apresentam uma média

superior em relação aos do grupo controle. Os resultados apresentados neste capítulo foram sumarizados e publicados em Rodrigues et al. (2016).

6.2 Metodologia

Para realização desse estudo optamos por uma análise quantitativa utilizando um método de pesquisa do tipo ex-post facto baseado em Cohen et al. (2011), esse método é caracterizado por envolver a coleta de dados e informações após a ocorrência de um fato buscando relações de causa e efeito entre fatores (ou variáveis independentes) e variáveis resposta (ou variáveis dependentes), dessa forma o pesquisador é responsável apenas por isolar fatores de uma população ou grupo e não controla-los (COHEN et al., 2011).

6.2.1 Design

O design da pesquisa é apresentado na tabela 6.1 avaliamos dois grupos de estudantes com perfis sociais semelhantes e pertencentes a uma mesma população, consideramos que somente o fator PC distingue ambos os grupos. A seguir apresentamos as variáveis que compõem o design dessa pesquisa.

PC: Assumimos que a programação de computadores podem estimular o PC (RESNICK et al., 2009), assim, a variável PC representa o aprendizado de tópicos de programação de computadores.

Desempenho (D): Desempenho dos estudantes no teste de resolução de problemas WASI.

Tabela 6.1: Design da pesquisa

Grupos	Variável independente (fator)	Variável dependente
Experimental	<i>PC</i>	D_1
Controle		D_2

6.2.2 Questão de Pesquisa e hipóteses

Nesse trabalho buscamos responder a seguinte questão de pesquisa:

RQ: PC pode melhorar as habilidades de resolução de problemas de estudantes do ensino médio?

H0: Não existe evidência estatística que PC pode melhorar habilidades de resolução de problemas em estudantes durante o ensino médio.

H1: Há evidências estatísticas de que PC pode melhorar habilidades de resolução de problemas em estudantes durante o ensino médio.

6.2.3 Amostra e coleta de dados

A amostra avaliada nesse trabalho consiste de estudantes do 2º ano/série do ensino Médio regular de uma escola pública na cidade de Campina Grande – PB. Todos os participantes avaliados nesse trabalhos foram voluntários.

A partir do design da pesquisa caracterizamos os estudantes em dois grupos, grupo experimental e grupo de controle. O grupo experimental foi formado por alunos que participaram de um curso de informática integrado ao ensino Médio regular, o curso envolve tópicos de Ciência da Computação com ênfase em lógica de programação por meio de jogos utilizando a ferramenta engine unity-2d ©.

O grupo de controle possui um perfil similar ao grupo experimental e foi selecionado considerando a dependência administrativa da escola que o estudante cursou o ensino fundamental, renda familiar dos estudantes e atividades extra curriculares realizadas.

Tabela 6.2: Amostra de estudantes por grupo

Grupos	Masculino	Feminino	Total
Experimental (E)	7	9	16
Controle (C)	8	12	20
Total	15	21	36

A coleta de dados foi realizada na referida escola em novembro de 2015 em duas etapas, primeiramente coletamos dados qualitativos por meio do que composição do perfil dos alunos participantes como: idade, sexo, renda familiar, dependência administrativa escolar durante o ensino Fundamental, atividades extra curriculares praticadas, participação em olimpíadas de conhecimento e experiência em programação de computadores.

Na segunda etapa (fase quantitativa) aplicamos o teste WASI para mensurar as habilidades de resolução de problemas dos estudantes. O WASI é um teste que avalia habilidades de resolução de problemas, originalmente é formado por um pré e um pós-teste, com 38 e 37 problemas respectivamente, distribuídos diferentes categorias: problemas de raciocínio

verbal, instruções sequenciais, formação de analogias, análise de tendências e padrões, resolução matemática e relação de sentenças (WHIMBEY et al., 2013). Neste estudo, utilizamos apenas uma versão traduzida do pré-teste (ver apêndice C).

6.2.4 Análise dos dados

Para análise dos dados foi utilizada a linguagem de programação R. O processo de análise dos dados envolveu testes de hipóteses, teste de tamanho de efeito e de correlação. Todos os testes realizados considerando pressupostos estatísticos e um nível de significância $\alpha = 0.05$. Realizou-se um processo de reamostragem com base no método *bootstrapping* (EFRON; TIBSHIRANI, 1994) para balancear os grupos. Nessa etapa, foram geradas 5000 amostras de tamanho 16.

6.3 Resultados e discussão

Para responder a questão de pesquisa deste ensaio, foi avaliado o resultado do teste WASI para mensurar as habilidades de resolução de problemas em dois grupos de estudantes (grupo de controle e experimental) com perfis similares de uma mesma escola pública de Campina Grande. Para essa análise, realizamos o balanceamento dos grupos utilizando um método de reamostragem com reposição baseado no método *bootstrapping* proposto por Efron e Tibshirani (1994).

6.3.1 RQ: PC pode melhorar as habilidades de resolução de problemas de estudantes do ensino médio?

O gráfico da figura 6.1 apresenta a distribuição do desempenho dos estudantes no teste WASI, a linha pontilhada destacada em vermelho representa a média dos estudantes no teste. Assim, considerando essa métrica observamos que a frequência de estudantes acima da média é maior no grupo experimental em relação ao grupo de controle. Além disso, analisando o gráfico da figura 6.2 se observa claramente que a mediana do grupo experimental é também superior ao grupo de controle.

Avaliando o intervalo de confiança (IC) para a diferença média entre o desempenho do

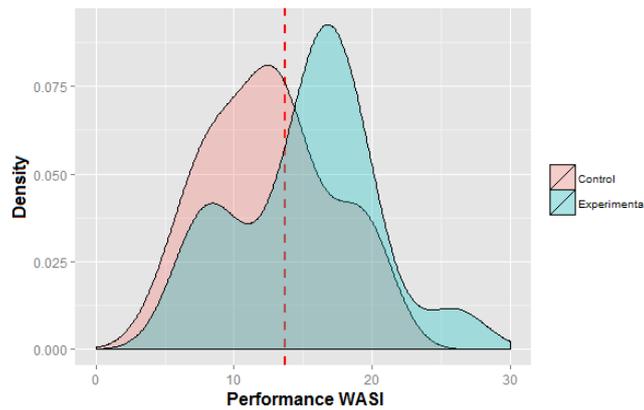


Figura 6.1: Distribuição do desempenho de estudantes no teste WASI por grupo

Tabela 6.3: Diferença média e IC dos grupos no teste WASI

Grupos	Desempenho no teste WASI	Desvio Padrão
Experimental (E)	15.19	5.0
Controle (C)	12.55	4.4
(E-C)	2.64	0.6
(E-C)%	21.05%	13.6%
IC (E-C)	(2.59, 2.68)	

grupo experimental e de controle no teste WASI expresso na Tabela 6.3 se verifica o IC é pequeno¹. No entanto, percebe-se que o IC não inclui o zero, logo, é possível afirmar com 95% de confiança que o desempenho de estudantes do grupo experimental no teste WASI foi melhor em relação ao grupo de controle.

Analisando o tamanho do efeito do grupo experimental sobre o grupo de controle por meio do d de Cohen (COHEN, 1992) obtemos $d = 0.56$, de acordo com (COHEN, 1992) esse efeito é considerado médio. Além disso, como o tamanho do efeito d é exatamente equivalente ao Z -score tabelado de uma distribuição normal padrão (COE, 2002), podemos concluir que 71.2% dos indivíduos do grupo experimental apresentam uma média superior em relação ao grupo controle.

A diferença média dos grupos no teste WASI é apresentada na tabela 6.3, verificamos que o grupo experimental possui um desempenho médio 21% melhor em relação ao grupo de controle, esse resultado somado a análise visual mostram indícios de que podemos rejeitar a hipótese nula H_0 : Não há evidência estatística de que o PC pode melhorar habilidades

¹ Segundo Rumsey (2010, p. 71), o tamanho da margem de erro de um IC depende do tamanho amostral e do nível de confiança. Em geral, amostras grandes tendem a apresentar pequenos ICs.

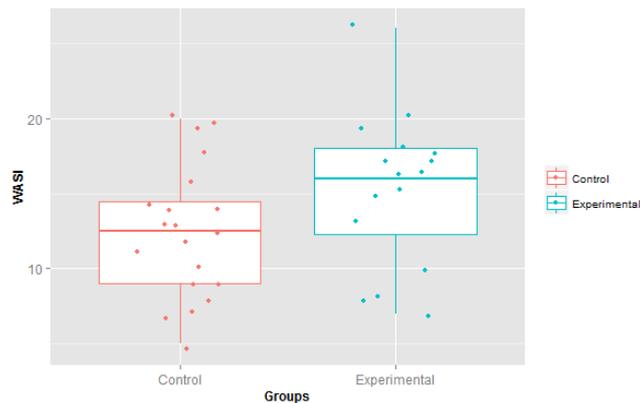


Figura 6.2: Boxplot com pontuações por grupo

de resolução de problemas no ensino médio. Contudo, para apoiar a tomada de decisão realizamos um teste de hipótese t de Student.

Tabela 6.4: p -value dos testes de hipótese

	Shapiro-Wilk	Levene	teste t
p -value	0.42	0.80	0.05

Pra garantir a validade do teste de Student avaliamos também os pressupostos estatísticos de normalidade e homoscedasticidade dos dados. Utilizando o teste de Shapiro-Wilk com nível de significância $\alpha = 0.05$ avaliamos se a amostra foi tomada de uma população normalmente distribuída, como se observa na tabela 6.4 para esse teste obtemos um p -value $> \alpha$, logo assumimos com um nível de confiança de 95% que a amostra procede de uma população com distribuição normal.

A homoscedasticidade dos dados foi avaliada utilizando o teste de Levene, considerando o nível de significância $\alpha = 0.05$, verificamos que p -value $> \alpha$ (ver tabela 6.4), logo assumimos com um nível de confiança de 95% a homogeneidade das variâncias da amostra.

Nós realizamos o teste t de Student para analisar se a diferença entre as médias dos grupos experimental e de controle é estatisticamente significativa, o teste foi realizado considerando um nível de significância $\alpha = 0.05$, como se observa na tabela 6.4 para o teste t p -value = α . Desse modo, optamos por aceitar a hipótese nula H_0 : Não há evidência estatística de que o PC pode melhorar habilidades de resolução de problemas no ensino médio.

Apesar de não rejeitarmos a hipótese nula H_0 consideramos que o efeito do PC no grupo experimental foi positivo sob o aspecto da resolução de problemas, visto que o tamanho

do efeito calculado d de Cohen foi médio e a diferença percentual entre o desempenho dos grupos foi de 21%.

6.4 Ameaças à Validade

Validade de Constructo: Os formulários para coleta de dados e testes utilizados foram validados por especialistas.

Validade Interna: Nesse estudo analisamos uma amostra aleatória da população de estudante do ensino Médio, além disso, foi possível isolar fatores espúrios de variação que influenciam o desempenho dos estudantes, com isso buscamos diminuir o viés e garantir a validade interna.

Validade de Conclusão: O pequeno número de amostras aumenta a probabilidade de erro do tipo II (aceitar a hipótese nula quando ela é falsa). Contudo, consideramos todos os pressupostos dos testes estatísticos utilizados nesse trabalho, bem como utilizamos amostras homogêneas na análise dos dados.

Validade Externa: Como o número de amostras utilizadas no nosso estudo não é representativo da população de estudantes, não podemos generalizar os resultados.

6.5 Conclusão

Esse estudo contempla uma análise quantitativa acerca dos efeitos do PC nas habilidades de resolução de problemas de alunos do Ensino Médio. Os estudantes avaliados na pesquisa foram caracterizados em grupos experimental e de controle com base na experiência em lógica de programação, esta adquirida por meio de um curso de informática integrado ao currículo escolar.

A análise realizada demonstra que alunos do grupo experimental apresentam melhores resultados no teste de resolução de problemas WASI em relação aos estudantes do grupo de controle. Além disso, considerando o desempenho dos estudantes no WASI observamos um efeito médio entre os grupos, isso indica que mais da metade dos estudantes do grupo experimental obtiveram resultados superiores em relação aos alunos do grupo de controle, em outras palavras, a diferença entre os estudantes não se deve a outliers no grupo experimental,

mas a um comportamento inerente ao grupo. Dessa forma, tais resultados ainda apoiam a rejeição da hipótese de trabalho H1.0 (hipótese nula): Não há evidência estatística de que PC pode melhorar habilidades de resolução de problemas e o desempenho de estudantes em disciplinas da educação.

Esses resultados eram esperados, uma vez que estudos qualitativos sobre o PC sugerem que a partir do seu estudo é possível desenvolver aptidões em resolução de problemas. No entanto, não foi possível rejeitar a hipótese nula de igualdade das médias por meio do teste de hipótese t para ambos os grupos, isso pode estar relacionado ao tamanho pequeno da amostra, dessa forma, com um maior número de participantes espera-se em trabalhos futuros a obtenção resultados mais significativos.

A partir do exposto na análise, apesar de a priori não ser possível rejeitar a hipótese nula sobre a igualdade das médias entre os grupos, consideramos que o aprendizado a cerca do PC por meio de programação de computadores pode estimular o desenvolvimento ou o aprimoramento de habilidades de resolução de problemas, uma vez que o desempenho médio do grupo experimental se sobrepõe ao grupo de controle.

Esse estudo apresenta indícios quantitativos que fortalecem a hipótese de que PC pode melhorar as habilidades de resolução de problemas de estudantes durante a educação básica, dessa maneira, quantificar os efeitos do PC sob o processo de solução de problemas é a principal contribuição desse estudo, uma vez que a partir disso podemos demonstrar de forma prática as implicações positivas da inserção desses conteúdos do currículo da educação básica.

Constatamos ainda que há necessidade de realização de estudos mais profundos sobre o tema tendo em vista a obtenção de validade externa. Sugerimos a aplicação de um estudo longitudinal com a população de estudantes da educação básica, seguindo uma método de pesquisa ação envolvendo grupos experimental e de controle, e a aplicação de pré e pós teste WASI, respectivamente em ambos os grupos, antes e após intervenções para o aprendizado de uma linguagem de programação, ou lógica de programação. Assim, seria possível analisar aspectos quantitativos e qualitativos em relação as práticas em resolução de problemas de ambos os grupos, formando um perfil das habilidades de estudantes que aprendem PC.

Capítulo 7

Avaliação dos efeitos do PC sobre as habilidades de resolução de problemas na educação superior

7.1 Introdução

Ainda com vistas a observar possíveis efeitos do PC sob habilidades de resolução de problemas em estudantes foi proposto um conjunto de 5 intervenções com ênfase na resolução de problemas em programação de computadores para uma turma do curso de Introdução à Ciência da Computação - ICC da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG.

O objetivo foi reforçar as práticas de resolução de problemas com programação de computadores em estudantes a partir da introdução de tópicos de PC nessa disciplina e assim, responder as seguintes questões: (RQ1) A introdução de tópicos em PC na disciplina de ICC pode melhorar habilidades de resolução de problemas dos estudantes nas áreas de Matemática, Ciências Naturais, Humanas e Línguas? (RQ2) Habilidades de resolução de problemas dos estudantes nas áreas de Matemática, Ciências Naturais, Humanas e Línguas estão relacionadas com habilidades do PC? O método de pesquisa empregado para realização desse estudo foi quase-experimental com um grupo de controle não equivalente.

Esse trabalho envolveu a colaboração de um profissional docente da disciplina ICC, bem como de estudantes voluntários matriculados nesse componente curricular. Para observar os efeitos das intervenções, foi aplicado junto aos alunos um pré e pós teste para avaliar suas

habilidades de resolução de problemas nas áreas de Matemática, Ciências Naturais, Humanas e Línguas. As intervenções propostas foram realizadas apenas parcialmente no semestre de 2015.1 por consequência da greve dos profissionais docentes da universidade ocorrida no mesmo semestre (SOUZA, 2015).

Os resultados desse estudo não apontaram melhorias significativas no desempenho de estudantes nos testes de resolução de problemas aplicados após as intervenções em comparação ao pré-teste aplicado, bem como, não foram encontradas evidências de correlação positiva (forte ou moderada) entre o desempenho dos alunos em programação de computadores e as áreas de Matemática, Ciências Naturais, Humanas e Línguas avaliadas no pós-teste. Tais resultados eram esperados diante as limitações e ameaças à validade da pesquisa já citadas.

7.1.1 Visão geral da disciplina de ICC

Introdução à Ciência da Computação ou simplesmente ICC é uma disciplina obrigatória para estudantes de cursos de Engenharia, Meteorologia, Estatística, Física e Matemática da UFCG, no campus de Campina Grande - PB ela é ofertada pelo Departamento de Sistemas e Computação (DSC).

Os objetivos gerais dessa disciplina são: apresentar aos alunos conhecimentos básicos sobre informática e suas aplicações; um sistema de computação e seus diversos componentes. Capacitar o aluno à resolver problemas utilizando planilhas eletrônicas; planejar soluções de problemas através do uso de computador; desenvolver e testar algoritmos; projetar, elaborar e depurar soluções de problemas usando programas na linguagem FORTRAN (CUNHA et al., 2015). Os conteúdos programáticos da disciplina no semestre 2015.1 foram divididos em três unidades:

UNIDADE I

- Introdução ao Computador: A evolução dos computadores; Fundamentos do computador; Organização e funcionamento do computador;
- Planilha Eletrônica: Navegação, armazenamento, seleção e cópia de conteúdos de células Criação de planilhas e utilização de funções; Construção de gráficos; Desenvolvimento de Planilhas aplicadas às Engenharias.

UNIDADE II

- Linguagem de Programação: Introdução à Programação com Fortran; Programas que calculam e Imprimem; Variáveis e Atribuições; Fluxo de Controle (IF); Fluxo de Controle: Comando de Repetição (DO); Variáveis Indexadas; Introdução a Subprogramas.

UNIDADE III

- Introdução à Informática (Seminários): Internet, WEB e Redes Sociais; Computação em Nuvem; Plágio e NETiqueta; Tecnologia da Informação e Comunicação; TIC nas organizações; TIC utilizadas nas engenharias.

7.2 Metodologia

Para realização do presente estudo um método de pesquisa quantitativa do tipo quase-experimental foi aplicado. Esse método possui semelhanças com o método experimental, uma vez que busca relações de causa e efeito entre tratamento (variáveis independentes ou fatores) e variáveis dependentes (variáveis resposta).

Contudo, os quase-experimentos são caracterizados pela execução fora do ambiente controlado de laboratório, ou seja, são executados em um ambiente real, como consequência, não há controle completo entre as variáveis estudadas, outra característica é a ausência de randomização na seleção de grupos para participação de tratamento ou composição de grupos de controle (COHEN et al., 2011; CAMPBELL; STANLEY, 2015).

7.2.1 Design da pesquisa

O design da pesquisa é equivalente ao *pré/pós-teste com grupo de controle não equivalente*, descrito por Cohen et al. (2011) como um dos mais comuns designs em pesquisas educacionais.

Nesse modelo (expresso na Tabela 7.1) os sujeitos não são escolhidos de forma aleatória para composição dos grupos (experimental e controle), os grupos também não são equivalentes, pois nesse caso específico a proporção de estudantes de uma mesma área cursando um mesmo período letivo está desbalanceada. Inicialmente ambos os grupos são pré-testados gerando assim um desempenho (D_1 e D_2) e pós-testados (D_3 e D_4) ao final de uma etapa

de tratamento. Contudo, apenas o grupo experimental é exposto ao tratamento diferenciado (*ICC+Tópicos em PC*).

Tabela 7.1: Design da pesquisa

Grupos	pré-teste	Tratamento	pós-teste
Experimental	D_1	<i>ICC+Tópicos em PC</i>	D_3
Controle	D_2	<i>ICC</i>	D_4

7.2.2 Questões de pesquisa e hipóteses

Nesse cenário, buscou-se responder as seguintes questões de pesquisa:

- RQ1: A introdução de tópicos em PC na disciplina de ICC pode melhorar habilidades de resolução de problemas dos estudantes nas áreas de Matemática, Ciências Naturais, Humanas e Línguas?
- H1.0 Não há evidências de que o ensino de tópicos de PC na disciplina de ICC possa melhorar habilidades de resolução de problemas dos estudantes nas áreas de Matemática, Ciências Naturais, Humanas e Línguas.
- H1.1 Há evidências de que o ensino de tópicos de PC na disciplina de ICC pode melhorar habilidades de resolução de problemas dos estudantes nas áreas de Matemática, Ciências Naturais, Humanas e Línguas.
- RQ2: Habilidades de resolução de problemas dos estudantes nas áreas de Matemática, Ciências Naturais, Humanas e Línguas estão relacionadas com habilidades do PC?
- H2.0 Não há correlação entre habilidades de resolução de problemas dos estudantes nas áreas de Matemática, Ciências Naturais, Humanas e Línguas com habilidades do PC.
- H2.1 Existe uma correlação positiva entre habilidades de resolução de problemas dos estudantes nas áreas de Matemática, Ciências Naturais, Humanas e Línguas com habilidades do PC.

7.2.3 Composição e validação do pré/pós-teste

Para avaliar as habilidades de resolução de problemas dos estudantes nas áreas de Matemática, Linguagens, Ciências Humanas e da Natureza foram utilizados itens (questões) de provas do Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM, esse exame foi escolhido, pois é nacionalmente reconhecido pela sua matriz de referência que engloba a solução de problemas nas já citadas áreas.

Para composição dos testes 16 questões de cada área avaliada pelo ENEM (Matemática, Linguagens, Ciências da Natureza e Ciências Humanas) foram estratificadas de maneira aleatória de edições do exame anteriores ao ano de 2014 (ano que os alunos realizaram o exame) totalizando 64 questões do ENEM.

Após a estratificação as questões foram classificadas seguindo o framework de classificação de questões proposto por Mestre (MESTRE et al., 2015). Três especialistas do grupo de pesquisa foram alocados para identificar nas 64 questões conceitos e capacidades do PC definidos pelo CSTA em (BARR; STEPHENSON, 2011), isto é, Coleta, análise e representação de dados, Decomposição, Abstração, Algoritmos, Automação, Paralelização e Simulação.

O processo de classificação foi cego, isto é, os avaliadores não tinham acesso a avaliação de outro avaliador. Ao avaliar uma mesma questão se dois ou mais especialistas identificaram conceitos idênticos, então, considerou-se que aquele conceito ou conjunto de conceitos é explorado na questão.

Ao final da classificação cada questão possuiu um nível, i.e, número total de conceitos do PC explorados na questão, logo o Nível N de cada questão estará no intervalo [0-9]. Dessa forma, cada teste foi compilado com 4 questões de níveis equivalentes para cada área abordada no ENEM, ou seja, ambos os testes (pré-teste e pós-teste) tiveram um nível equivalente com um total de 16 questões. O tempo para realização dos testes foi proporcional ao tempo destinado a cada questão no ENEM, em média 3 minutos por questão, logo o tempo total para realização de cada teste foi de 00h48min.

7.2.4 Tópicos de PC na disciplina de ICC

Para o desenvolvimento desse estudo um docente da disciplina colaborou disponibilizando aulas para introdução dos tópicos em uma turma da disciplina, vale ressaltar que o docente

esteve presente em todas as intervenções realizadas na disciplina.

Objetivos de aprendizagem

O objetivo principal das intervenções foi estimular o aprendizado de conceitos que formam o PC usando como ferramenta básica conhecimentos relacionados a linguagens e ambientes de programação.

Ao concluir o módulo de intervenções espera-se que o aluno seja capaz de:

- Entender a importância dos algoritmos e da programação de computadores no contexto da Ciência da Computação e da vida cotidiana;
- Aprender raciocinar sobre problemas em contextos reais e elaborar soluções com o auxílio de uma linguagem de programação;
- Projetar, desenvolver e testar soluções para problemas utilizando uma metodologia de resolução de problemas aplicadas a Ciência da Computação.

Conteúdos

Os conteúdos abordados nas intervenções podem ser observados na tabela 7.2 e foram baseados no Currículo (GOODE; CHAPMAN, 2013), no método de resolução de problemas de Polya (2003) e no programa apresentado em Etter e Ingber (2011).

Metodologia de Resolução de Problemas

A Metodologia de resolução de problemas utilizada no decorrer do curso foi baseada em Etter e Ingber (2011) e Polya (2003).

Como se observa na tabela 7.3 a primeira etapa do processo consiste da compreensão do problema, após essa etapa deve-se elaborar um plano de solução para o problema e em consequente executar o plano, inicialmente construindo um modelo de E/S, e a partir do modelo deve-se desenvolver um algoritmo em uma linguagem formal, nesta etapa deve-se analisar cada etapa do plano e se alguma inconsistência ou falha seja identificada é necessário retornar para alguma das etapas anteriores.

Tabela 7.2: Tópicos do Curso

Tópico	Descrição das atividades
Tópico I: Algoritmos	Apresentar aos alunos: o conceito de algoritmo; Exemplos de algoritmos para solução de problemas do dia-a-dia; Atividade prática: Utilizar o blockly-games labirinto para exemplificar as estruturas básicas de um algoritmo e/ou programa de computador. Instruções sequenciais; condicionais e loops.
Tópico II: Metodologia de Resolução de Problemas	Explicar as etapas para resolução de um problema, resolver problemas utilizando uma metodologia de resolução de problemas.
Tópico III: Abstração	Introdução o conceito de abstração; Identificar as funcionalidades de um programa antes do seu desenvolvimento; Utilizar a abordagem para resolução de problemas, estimular a capacidade de coleta e análise dos dados a partir de um problema. claro.
Tópico IV: Resolução de problemas complexos I	Utilizar conceitos de abstração em conjunto com a metodologia de resolução de problemas para construção de um programa na linguagem Fortran que envolve a geração de números aleatórios; Introdução a Modularização.
Tópico V: Resolução de problemas complexos II	Aplicar modularização para problemas complexos em engenharia.

A próxima etapa do processo é a implementação do algoritmo em uma linguagem de programação. Após finalizar a etapa de execução do plano, a última etapa consiste em avaliar a solução implementada, e se algum erro seja encontrado alguma das etapas anteriores deve ser revista ou no pior caso todas as etapas devem ser refeitas a partir da etapa inicial.

7.2.5 Amostra, dados e evasão

A amostra foi tomada da população de alunos matriculados na disciplina de ICC no primeiro semestre letivo de 2015 (2015.1). A principal motivação para escolha dessa população foi o fato de os alunos dessa disciplina participarem de cursos não relacionados a TI limitando assim a possibilidade de interação entre o tratamento e outras disciplinas de TI.

Dados coletados

pré e pós-teste: Os participantes da pesquisa responderam ambos os testes presencialmente sem auxílio de tecnologias, como por exemplo, celulares, calculadoras e smartphones, além disso, cada estudante foi orientado a não interagir com outros durante a aplicação dos testes;

Tabela 7.3: Etapas para Solução de Problemas

Atividade	Sumário das atividades
1. Descrição do Problema	Identificar qual(is) o(s) problema(s) em um determinado contexto;
2. Resolução manual do problema	Resolver o problema manualmente usando um conjunto de dados;
3. Construção de um modelo de E/S	Esta etapa consiste em identificar quais dados serão fornecidos para o programa e qual a saída esperada do programa, a partir disso será possível desenvolver um modelo de entrada e saída.
4. Desenvolver um algoritmo e um programa	Desenvolver um algoritmo consiste em descrever passo-a-passo a solução do problema, após isso, o algoritmo será traduzido para uma linguagem de programação.
5. Teste da solução	A última etapa consiste no teste da solução elaborada em um programa.

Desempenho em programação: O desempenho dos alunos referente a unidade de programação foi coletado e posteriormente utilizado como métrica das habilidades dos estudantes em PC.

Durante as fases de coleta de dados referente ao pré e pós-teste desse estudo altos níveis evasão ou mortalidade seletiva foram constatados, tal fato é explicado pelo momento histórico da greve. como se observa na tabela 7.4 73 alunos pertencente aos grupos estudados (Experimental e Controle) compareceram na fase de pré-testagem, já na fase de pós-testagem somente 28 estudantes do grupo Experimental realizaram o teste, destes 4 não tinham realizado o pré-teste, assim apenas 24 estudantes deste grupo responderam ambos os testes. Esse fato ocorreu devido a evasão dos alunos da disciplina após o anuncio de deflagração da greve por parte dos docentes do Ensino Superior no ano de 2015 (SOUZA, 2015).

Tabela 7.4: Mortalidade por fase da pesquisa

Grupos	Matriculados em ICC	pré-teste n°(%)	pós-teste n°(%)	pré e pós-teste n°(%)
Experimental	52	33 (63.4%)	28 (53.8%)	24 (46.1%)
Controle	60	40 (66.7%)	0 (0%)	0 (0%)
Total	112	73 (65%)	28 (25%)	24 (21.4%)

7.2.6 Análise dos dados

Para análise dos dados inicialmente foram realizados testes de normalidade (Shapiro-Wilk) e homoscedasticidade (Levene) pressupostos estatísticos para escolha dos testes de hipótese e de correlação (paramétricos ou não paramétricos) mais adequados para análise.

Após a análise dos pressupostos, foram escolhidos os testes de hipótese de Wilcoxon para análise comparativa de médias e de correlação de Spearman para avaliação do grau de relação entre as variáveis estudadas, para analisar o tamanho do efeito do tratamento foi o utilizado o coeficiente d de Cohen (COHEN, 1992). Todos os testes foram realizados com um nível de confiança de 95%.

7.3 Resultados e discussão

Para analisar os pressupostos estatísticos (Normalidade e Homocedasticidade) foram realizados respectivamente os testes de hipótese Shapiro-Wilk e Levene sob os dados coletados na fase de pré-testagem considerando um nível de significância $\alpha = 0.05$.

Como se observa pela tabela 7.5 constatou-se que se pode rejeitar com 95% de confiança a hipótese nula de que os resultados das avaliações do pré-teste seguem uma distribuição normal nas áreas de Matemática, Humanas e Ciência da Natureza, bem como na média geral, pois para esses casos tem-se um p -value resultante do teste Shapiro-Wilk $< \alpha$.

Por outro lado, é possível considerar que a variância das amostras nas áreas avaliadas no teste tende a homogeneidade, visto que no teste de Levene apenas para área de Ciências da Natureza rejeita-se a hipótese das amostras possuírem variância heterogênea, pois nesse caso p -value $< \alpha$. Assim, partindo dessas informações acerca dos dados, optou-se pela utilização dos testes não-paramétricos de Wilcoxon e Spearman para análise dos resultados.

Tabela 7.5: Pressupostos estatísticos: p-value dos testes de Normalidade e Homoscedasticidade para o pré-teste

Teste	Matemática	Linguagens	Humanas	Natureza	Desempenho Geral
Shapiro-Wilk	< 0.01	0.20	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Levene	0.56	0.89	0.32	0.04	0.85

7.3.1 Análise da pré-testagem

Analisando graficamente a distribuição do desempenho geral (média do desempenho dos estudantes nas áreas avaliadas no pré-teste) se observa que o grupo de controle apresentou desempenho superior em relação ao grupo experimental, uma vez que a distribuição das médias se sobressaiu além da média de ambos os grupos¹.

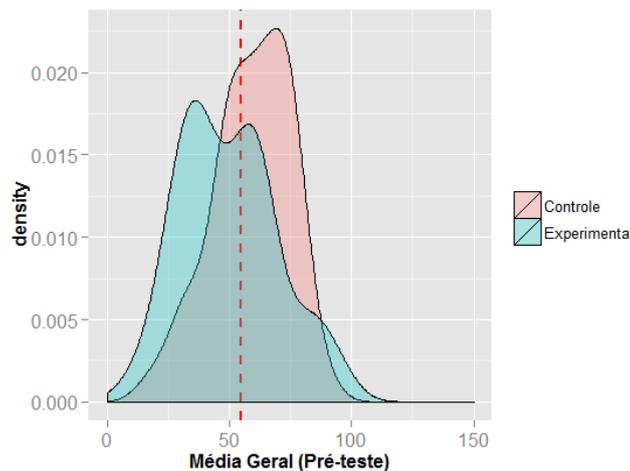


Figura 7.1: Distribuição do desempenho geral no pré-teste por grupos

Para confirmar ou refutar a hipótese de que o grupo de controle foi melhor que experimental na fase de pré-testagem foi avaliado o desvio padrão das médias de ambos os grupos e realizado um teste de hipótese de Wilcoxon com um nível de significância $\alpha = 0.05$.

Como se observa na Tabela 7.6 é possível rejeitar com nível de confiança de 95% a hipótese nula de igualdade entre as médias dos grupos, uma vez que o $p\text{-value} < \alpha$. Assim, é possível assumir que os grupos possuem médias significativamente distintas. Contudo, considerando as áreas avaliadas no pré-teste individualmente observa-se que não é possível rejeitar a hipótese nula, pois $p\text{-value} > \alpha$.

Considerando ainda a média de cada grupo é evidente que o grupo de controle obteve um melhor resultado no teste de resolução de problemas aplicado em ambas as turmas. o tamanho do efeito do grupo de controle sobre o grupo experimental pode ser considerado médio segundo as métricas propostas por (COHEN, 1992) uma vez que $0.2 > d < 0.8$ em todas as áreas avaliadas (ver tabela 7.6). Tendo em vista a heterogeneidade das turmas da disciplina de ICC esse resultado era esperado.

¹ a média é representada pela linha pontilhada destacada na cor vermelho

Tabela 7.6: Análise dos resultados da pré-testagem por área e grupo

Áreas	Experimental Média (DP)	Controle Média (DP)	Wilcoxon	Cohen d
Matemática	40.15 (26.47)	50.00 (24.02)	0.08	0.39
Linguagens	66.67 (25.52)	73.75 (23.99)	0.26	0.29
Humanas	46.97 (29.82)	56.25 (25.79)	0.11	0.42
Natureza	44.70 (29.82)	56.25 (22.47)	0.22	0.36
Desempenho Geral	49.62 (19.7)	59.06(15.69)	0.02	0.54

7.3.2 RQ1: A introdução de tópicos em PC na disciplina de ICC pode melhorar habilidades de resolução de problemas dos estudantes nas áreas de Matemática, Ciências Naturais, Humanas e Línguas?

A análise do pré e pós-teste foi realizada com o grupo de controle para responder a primeira questão de pesquisa RQ1: A introdução de tópicos em PC na disciplina de ICC pode melhorar habilidades de resolução de problemas dos estudantes nas áreas de Matemática, Ciências Naturais, Humanas e Línguas?

Analisando o gráfico de distribuição 7.2 verificou-se que os alunos do grupo experimental obtiveram melhores médias no pré-teste em relação ao pós-teste.

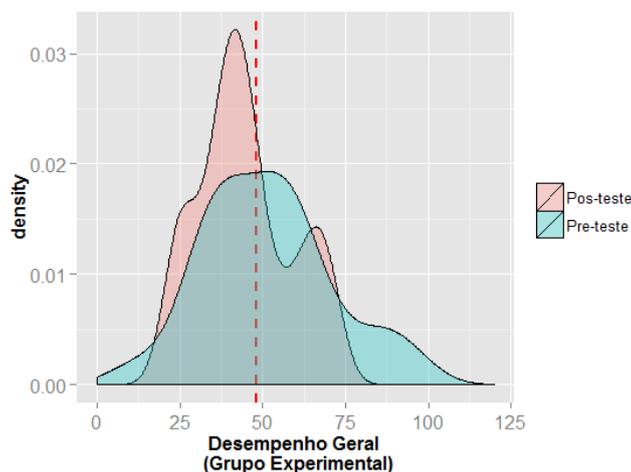


Figura 7.2: Distribuição do desempenho geral do grupo Experimental no pré-teste e pós-teste

A partir dos intervalos de confiança (IC) para a diferença média entre o desempenho do grupo experimental no pré e pós-teste expressos na Tabela 7.7 se observa que apenas o IC

para área de matemática é negativo e não inclui zero, especialmente nessa área, é possível afirmar com 95% de confiança que o desempenho dos estudantes no pré-teste foi melhor em relação ao pós-teste. Contudo, como os ICs das demais áreas avaliadas incluem o zero, não se pode concluir que exista diferença significativa entre o desempenho dos estudantes no pré e pós teste.

Essa afirmativa também foi confirmada com o teste de hipótese de Wilcoxon para análise pareadas das médias. Considerando um nível de significância $\alpha = 0.05$ é possível rejeitar a hipótese nula de igualdade das médias com 95% de confiança apenas para a área de Matemática, pois nesse caso temos um $p\text{-value} < \alpha$.

Dessa forma, considerou-se a hipótese alternativa de que as médias na área de Matemática são significativamente distintas. Nas áreas de Linguagens, Humanas, Ciências da Natureza, bem como no desempenho geral temos que $p\text{-value} > \alpha$, isso indica que não se pode rejeitar a hipótese nula de igualdade das médias entre os testes.

Tabela 7.7: Efeito do tratamento no grupo experimental

Áreas	Pré-teste Média (DP)	Pós-teste Média (DP)	IC Diferença (Pós-Pré)	Wilcoxon	Cohen d
Matemática	41.67 (28.23)	18.75 (19.85)	(-38.14, -7.69)	< 0.01	0.94
Linguagens	65.62 (26.39)	56.25 (25.8)	(-21.75, 3.00)	0.13	0.36
Humanas	48.96 (28.05)	45.83 (24.08)	(-15.69, 9.44)	0.50	0.12
Natureza	48.96 (31.69)	57.29 (26.04)	(-8.90, 25.57)	0.32	0.29
Desempenho Geral	51.3 (19.24)	44.53 (14.07)	(-2.14, 16.56)	0.22	0.40

Avaliando o tamanho do efeito d de Cohen verifica-se que há um efeito moderado nas áreas de Linguagens, Ciências da Natureza e Desempenho Geral uma vez que $0.2 > d < 0.8$. Já na área de Ciências Humanas $0.0 > d < 0.2$ caracterizando um efeito pequeno, já na área de Matemática $d > 0.8$ que indica um efeito grande segundo (COHEN, 1992).

Analisando as médias em cada área avaliada se constata que há uma grande discrepância nas médias dos estudantes na área de Matemática, especialmente nessa área 86% dos alunos obtiveram um melhor desempenho no pré-teste. Esse fato pode ser explicado diante do momento histórico na qual foi aplicado o pós-teste. Os alunos do grupo Experimental responderam o pós-teste um dia após o anuncio de deflagração de uma greve geral na UFCG. Logo, os estudantes estavam, possivelmente, desmotivados com a notificação da greve e podem ter decidido por não se empenhar para resolver as questões do pós-teste.

Assim, aceita-se a hipótese nula H1.0 Não há evidencias de que o ensino de tópicos de PC

na disciplina de ICC possa melhorar habilidades de resolução de problemas dos estudantes nas áreas de Matemática, Ciências Naturais, Humanas e Línguas.

7.3.3 RQ2: Habilidades de resolução de problemas dos estudantes nas áreas de Matemática, Ciências Naturais, Humanas e Línguas estão relacionadas com habilidades do PC?

Para responder a segunda questão de pesquisa RQ2: Habilidades de resolução de problemas dos estudantes nas áreas de Matemática, Ciências Naturais, Humanas e Línguas estão relacionadas com habilidades do PC?

Gráficos de dispersão foram analisados (ver Figura 7.3), estes associam o desempenho de estudantes nas áreas avaliadas no pós-teste (eixo y dos gráficos) as suas habilidades em programação (eixo x dos gráficos) construídas ao longo da disciplina de ICC.

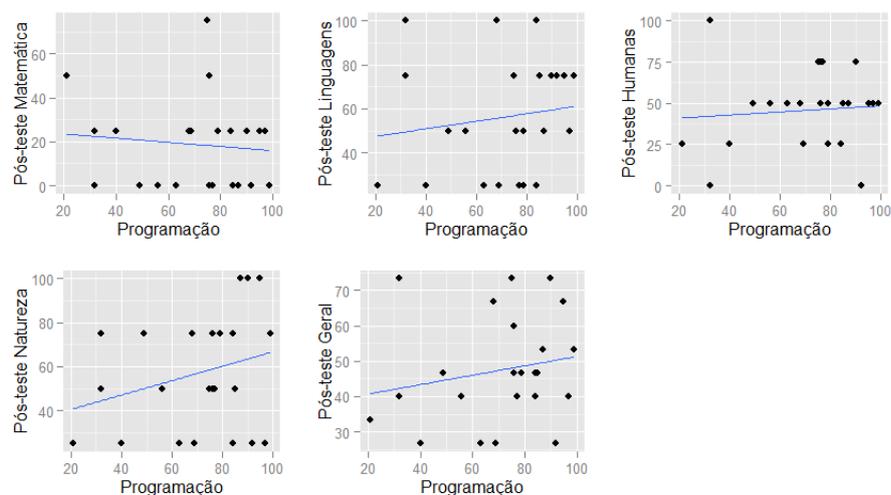


Figura 7.3: Gráficos de dispersão do desempenho no ENEM em função de habilidades em programação

Pela Figura 7.3 não se observa indícios correlação positiva entre as variáveis estudadas no pós-teste, pois as médias dos estudantes nas áreas avaliadas no pós-teste (eixo y), não tendem à aumentar (ou diminuir) em decorrência de elevações nas habilidades de programação (eixo x).

De formar complementar, foi realizado um teste de correlação de Spearman com o desempenho dos estudantes em programação e o resultado do pós-teste de resolução de proble-

mas. O coeficiente de correlação de Spearman para cada área avaliada no teste é apresentado na tabela 7.8.

Tabela 7.8: Coeficientes de correlação de Spearman

	Matemática pós-teste	Linguagens pós-teste	Humanas pós-teste	Natureza pós-teste	Desempenho Geral pós-teste
Desempenho em programação	-0.12	0.22	0.06	0.27	0.23

Analisando os coeficientes de correlação de Spearman constata-se uma fraca correlação positiva nas áreas de Linguagens, Ciências da Natureza e também no desempenho geral, uma vez que nessas áreas temos $20 < \rho < 40^2$. Já na área de matemática uma correlação negativa muito fraca foi observada, e na área de Ciências Humanas se observa uma correlação positiva muito fraca. A significância dessa correlação foi analisada utilizando a estatística t (ZIMMERMAN et al., 2003).

Tabela 7.9: Cálculo do valor t

	Matemática pós-teste	Linguagens pós-teste	Humanas pós-teste	Natureza pós-teste	Desempenho Geral pós-teste
Desempenho em Programação	-0.56	1.05	0.28	1.31	1.10

Segundo Zimmerman et al. (2003, p. 8), a estatística t avalia se o coeficiente de correlação de Spearman (ou Pearson) é significativo. Consultando a tabela da distribuição t de Student, verifica-se que para essa análise o valor crítico de t é 2.07, pois temos $n-2 = 22$ graus de liberdade e foi considerado 5% como nível de significância.

A Tabela 7.9 apresenta o valor da estatística t calculado com base no coeficiente de correlação de Spearman (ver Tabela 7.8). Como o valor calculado de t (Tabela 7.9) é inferior ao valor crítico ($t = 2.07$) em todas as áreas avaliadas no pós-teste, podemos concluir que não existem evidências de correlação entre o desempenho dos estudantes no pós-teste e seu nível de proficiência em programação.

Considerando esses resultados, a hipótese nula H2.0 Não há correlação entre habilidades de resolução de problemas dos estudantes nas áreas de Matemática, Ciências Naturais, Humanas e Línguas com habilidades do PC foi aceita.

² A regra geral adotada para interpretação do coeficiente de correlação de Spearman foi baseada em Rumsey (2010)

7.4 Ameaças à Validade

Nesta seção discutimos limitações e as ameaças à validade desse estudo.

7.4.1 Validade de Constructo

Confusão de fatores: Uma vez que os estudantes estão aprendendo disciplinas de engenharia é possível que exista uma confusão entre os fatores que influenciam a capacidade de resolução de problemas.

7.4.2 Validade Interna

História: Efeito de eventos institucionais como, por exemplo, greves podem confundir os resultados apresentados desse estudo, uma vez que o pós-teste foi aplicado após a deflagração da greve geral dos docentes no ano de 2015.

Seleção: A ameaça de seleção é inerente ao design quase-experimental, tendo em vista que não foi possível distribuir os sujeitos do estudo de forma aleatória nos grupos de controle e experimental.

Mortalidade Seletiva: A perda de sujeitos no grupo de controle na etapa de pós-teste interferiu claramente na análise dos resultados uma vez que o design quase-experimental utilizado preconiza a utilização de dois grupos participando de pré e pós teste.

Regressão à média: Uma vez que a seleção dos sujeitos para os grupos de controle e experimental não ocorreu de forma aleatória não há garantias que o fenômeno de regressão à média ocorrerá da mesma forma em ambos os grupos estudados, além disso, tendo em vista a ocorrência de mortalidade seletiva a análise passou a considerar apenas o grupo de controle.

Instrumentação: Os pré e pós-testes de resolução de problemas utilizados podem não medir de forma adequada habilidades de resolução de problemas. Além disso, é possível que algum estudante possa reconhecer alguns dos itens selecionados do ENEM para composição dos testes, visto que as provas do ENEM estão disponíveis para consulta pública e frequentemente são utilizadas para estudo por parte de estudantes durante e após a conclusão Ensino Médio.

7.4.3 Validade Externa

Participantes: Uma vez que a amostra utilizada nesse quase-experimento não é representativa de uma população não é possível generalizar os resultados.

7.4.4 Validade de Conclusão

Baixo poder estatístico: o pequeno número de participantes ao final da pesquisa levantou a ameaça de baixo poder estatístico.

Heterogeneidade aleatória dos sujeitos: A natureza heterogênea dos estudantes das turmas de ICC podem afetar as conclusões desse estudo.

Violação de pressupostos estatísticos: Todos os pressupostos estatísticos foram seguidos.

7.5 Conclusão

O trabalho apresentado neste capítulo se destinou a investigar possíveis efeitos do PC sob habilidades de resolução de problemas em estudantes de nível superior. Nesse sentido, foram propostas intervenções para reforçar habilidades de PC na disciplina de ICC da UFCG. Para avaliação dos efeitos do PC na disciplina, um estudo quase-experimental com um design de dois grupos de estudantes (experimental e de controle) foi proposto.

A realização de um pré-teste e posteriormente pós teste de resolução de problemas após o tratamento (intervenções). Durante a execução das intervenções uma greve geral dos docentes da UFCG foi deflagrada o que impossibilitou a continuidade das intervenções. Esse fato também aumentou significativamente o nível de mortalidade seletiva da pesquisa, ocasionado baixo poder estatístico e impossibilitando uma análise mais consistente.

Como resultado, não foi observado diferenças significativas no desempenho dos estudantes nos testes antes e após as intervenções. No entanto, esse fato provavelmente está relacionado a ameaça de história, uma vez que o pós teste foi aplicado após o anúncio de deflagração da greve geral. Diante das ameaças à validade que não puderam ser mitigadas já citadas na seção anterior podemos considerar que os resultados advindos dessa análise são inconclusivos. Assim, consideramos que mais estudos são necessários para obtenção de resultados mais significativos.

Capítulo 8

Conclusão

O objetivo geral deste trabalho foi analisar de forma quantitativa o efeito do PC desenvolvido pela programação de computadores na habilidade de resolução de problemas e no desempenho de estudantes no ensino básico.

A questão de pesquisa que motivou a realização desta pesquisa foi a seguinte:

RQ: PC desenvolvido pelo aprendizado em programação pode melhorar habilidades de resolução de problemas e o desempenho de estudantes em disciplinas da educação?

H1.0 (hipótese nula): Não há evidência estatística que PC pode melhorar habilidades de resolução de problemas e o desempenho de estudantes em disciplinas da educação.

H1.1 (hipótese alternativa): Existem evidências estatísticas que PC pode melhorar habilidades de resolução de problemas e o desempenho de estudantes em disciplinas da educação.

Baseado nesse cenário, foram desenvolvidos quatro investigações científicas com diferentes populações, no intuito de testar a hipótese de trabalho. Um estudo piloto, apresentado no Capítulo 4, foi conduzido com estudantes que participaram do ENEM em anos distintos, os resultados indicaram que alunos com experiência prévia em programação obtiveram um desempenho significativamente melhor em todos os eixos cognitivos abordados no ENEM em relação aos alunos que não estudaram programação.

Assim, os resultados do estudo piloto motivaram o aprofundamento das investigações com outras populações buscando esclarecer os benefícios relacionados a essa área do conhecimento. Dessa forma, uma segunda investigação (detalhada no capítulo 5) foi realizada semelhante ao estudo piloto, contudo, a população foi homogênea em relação ao piloto, ou seja, os participantes foram avaliados apenas no ENEM 2014. Os resultados apontaram que

estudantes com experiência em programação obtiveram um melhor desempenho geral no ENEM e especificamente nas áreas de *Ciências da Natureza e suas Tecnologias* e *Matemática e suas Tecnologias*.

O terceiro estudo (ver capítulo 6) buscou analisar o efeito do PC sob as habilidades de resolução de problemas de estudantes do ensino Médio. Para isso, foi aplicado o teste de resolução de problemas WASI em estudantes do 2º ano de uma escola pública de Campina Grande. Os resultados mostraram que estudantes do grupo experimental obtiveram melhor desempenho no teste WASI, quando comparados ao grupo de controle.

Ainda com vistas a observar possíveis efeitos do PC sob habilidades de resolução de problemas em estudantes, foi realizada a última investigação (detalhes no capítulo 7) com estudantes da disciplina de Introdução à Ciência da Computação da UFCG no primeiro semestre de 2015. No entanto, em decorrência de diversas ameaças à validade (interna e externa), os resultados do mesmo foram inconclusivos.

Considerando os resultados supracitados pode-se rejeitar a hipótese nula H1.0 (Não há evidência estatística que PC pode melhorar habilidades de resolução de problemas e o desempenho de estudantes em disciplinas da educação), e assumir a hipótese alternativa H1.1 (Existem evidências estatísticas que PC pode melhorar habilidades de resolução de problemas e o desempenho de estudantes em disciplinas da educação). Logo, conclui-se que habilidades do PC podem favorecer o desempenho de estudantes durante a educação básica.

8.1 Contribuições

Em relação à outros trabalhos da literatura, a principal novidade foi a utilização de uma abordagem empírica para construção de uma base de dados¹ disponibilizada para análise, o que favorece a confirmação dos resultados por outros pesquisadores.

Além disso, avaliamos os efeitos do PC em disciplinas da educação básica brasileira fora do escopo da Ciência da Computação.

Como contribuições para área de pesquisa em PC, os resultados do estudo apresentado no capítulo 4 foram publicados integralmente na forma de um artigo (RODRIGUES et al., 2015) nos anais do XXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - (SBIE) realizado em

¹ Base de dados da pesquisa: <https://goo.gl/pUYqvi>

Maceió - AL.

Já os capítulos 5 e 6 foram compilados em um trabalho (RODRIGUES et al., 2016) e posteriormente publicados nos anais da *46th Annual Frontiers in Education (FIE) Conference* realizada em ERIE, PA - EUA.

8.2 Trabalhos futuros

A partir da problemática pertinente a área de PC constatou-se que problemas relacionados a aquisição e avaliação do PC parecem estar diretamente associados a falta de padronização quanto a sua definição.

Como trabalhos futuros pretende-se construir um conjunto de níveis associados a competências e habilidades para o PC, semelhante ao que há em avaliações como a SAEB, por exemplo. Contudo, para isso ser possível se faz necessário uma padronização quanto a definição de PC e suas habilidades relacionadas. A partir da concretização dessas ideias, será possível desenvolver um instrumento padrão para avaliação do PC.

Bibliografia

AHAMED, S. I.; BRYLOW, D.; GE, R.; MADIRAJU, P.; MERRILL, S. J.; STRUBLE, C. A.; EARLY, J. P. Computational thinking for the sciences: A three day workshop for high school science teachers. In: *Proceedings of the 41st ACM Technical Symposium on Computer Science Education*. New York, NY, USA: ACM, 2010. (SIGCSE '10), p. 42–46. ISBN 978-1-4503-0006-3. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1734263.1734277>>.

ARAÚJO, A. L. S. O.; ANDRADE, W. L.; GUERRERO, D. D. S. Pensamento computacional sob a visão dos profissionais da computação: uma discussão sobre conceitos e habilidades. In: *Anais dos Workshops do IV Congresso Brasileiro de Informática na Educação - CBIE 2015*. Maceio, Alagoas, Brasil: [s.n.], 2015. (Walgprog I), p. 1424–1463. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/6329>>.

ARAÚJO, A. L. S. O. de; SCAICO, P. D.; PAIVA, L. F. de; RABÊLO, H. de M.; SANTOS, L. de L.; PESSOA, F. I. R.; TARGINO, J. M.; COSTA, L. dos S. Aplicação da taxonomia de bloom no ensino de programação com scratch. In: *Anais do Workshop de Informática na Escola*. [S.l.: s.n.], 2013. v. 1, n. 1, p. 31.

BARR, V.; STEPHENSON, C. Bringing computational thinking to k-12: What is involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads*, 2011. ACM, New York, NY, USA, v. 2, n. 1, p. 48–54, feb 2011. ISSN 2153-2184. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1929887.1929905>>.

BELL, I. H. W. T.; FELLOWS, M. *Computer Science Unplugged: Ensinando Ciência da Computação sem o uso do computador*. 2015. Acesso em: Maio de 2016. Disponível em: <http://csunplugged.org/wp-content/uploads/2015/03/CSUnplugged_OS_2015_v3.1.pdf>.

BERS, M. U.; FLANNERY, L.; KAZAKOFF, E. R.; SULLIVAN, A. Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 2014. v. 72, p. 145 – 157, 2014. ISSN 0360-1315. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131513003059>>.

BRASIL. *Lei de diretrizes e bases da educação nacional*. [S.l.]: Conselho de Reitores das Universidades Brasileiras, 1996.

BRASIL, M. Sef. parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: Introdução aos pcn. *Brasília: MEC/Secretaria de Educação Fundamental*, 1998. 1998.

- BRASIL, M. National curriculum parameters. *Brasília: Secretaria de Educação Média e Tecnologia*, 1999. 1999. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/pcning.pdf>>.
- BRENNAN, K.; RESNICK, M. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In: *Proceedings of the 2012 annual meeting of the American Educational Research Association, Vancouver, Canada*. [S.l.: s.n.], 2012. p. 1–25.
- CAMPBELL, D. T.; STANLEY, J. C. *Experimental and quasi-experimental designs for research*. [S.l.]: Ravenio Books, 2015.
- CHAO, P.-Y. Exploring students' computational practice, design and performance of problem-solving through a visual programming environment. *Computers & Education*, 2016. v. 95, n. , p. 202 – 215, 2016. ISSN 0360-1315. . Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131516300161>>.
- CODESPARK. *The Foos Doesn't Just Teach Coding*. 2015. Disponível em: <<http://codespark.org/the-foos-doesnt-just-teach-coding/>>.
- COE, R. It's the effect size, stupid: What effect size is and why it is important. 2002. Education-line, 2002.
- COHEN, J. A power primer. *Psychological bulletin*, 1992. American Psychological Association, v. 112, n. 1, p. 155, 1992.
- COHEN, L.; MANION, L.; MORRISON, K. *Research Methods in Education*. Routledge, 2011. (Education, Research methods). ISBN 9780415583350. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=p7oifuW1A6gC>>.
- CUNHA, J.; FARIA, R.; QUEIROZ, B.; SALERNO, M. *ICC - Introdução à Ciência da Computação Período 2015.1*. 2015. Disponível em: <<http://www.dsc.ufcg.edu.br/~icc/Periodo-2015.1/index.htm>>.
- DYNE, M. V.; BRAUN, J. Effectiveness of a computational thinking (cs0) course on student analytical skills. In: *Proceedings of the 45th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*. New York, NY, USA: ACM, 2014. (SIGCSE '14), p. 133–138. ISBN 978-1-4503-2605-6. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2538862.2538956>>.
- EFRON, B.; TIBSHIRANI, R. J. *An introduction to the bootstrap*. [S.l.]: CRC press, 1994.
- ETTER, D. M.; INGBER, J. A. *Engineering problem solving with C*. [S.l.]: Prentice Hall Press, 2011.
- FALCÃO, T. P.; BARBOSA, R. "aperta o play!" análise da interação exploratória em um jogo baseado em pensamento computacional. In: *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. [S.l.: s.n.], 2015. v. 26, n. 1, p. 419.
- FRANÇA, R. d.; SILVA, W. d.; AMARAL, H. d. Ensino de ciência da computação na educação básica: Experiências, desafios e possibilidades. In: *XX Workshop sobre Educação em Computação*. [S.l.: s.n.], 2012.

FRANÇA, R. S. de; AMARAL, H. J. C. do. Proposta metodológica de ensino e avaliação para o desenvolvimento do pensamento computacional com o uso do scratch. *Anais do Workshop de Informática na Escola*, 2013. v. 1, n. 1, 2013.

GOODE, J.; CHAPMAN, G. *Exploring Computer Science V5: A high-school curriculum exploring what computer science is and what it can do*. 2013. Disponível em: <<http://www.exploringcs.org/curriculum>>.

GOOGLE. *Exploring Computational Thinking*. 2014. Available in: <https://www.google.com/edu/resources/programs/exploring-computational-thinking/>. Access: July 22, 2015.

GOUWS, L. A.; BRADSHAW, K.; WENTWORTH, P. Computational thinking in educational activities: an evaluation of the educational game light-bot. In: ACM. *Proceedings of the 18th ACM conference on Innovation and technology in computer science education*. [S.l.], 2013. p. 10–15.

GRANDELL, L.; PELTOMÄKI, M.; BACK, R.-J.; SALAKOSKI, T. Why complicate things?: introducing programming in high school using python. In: AUSTRALIAN COMPUTER SOCIETY, INC. *Proceedings of the 8th Australasian Conference on Computing Education-Volume 52*. [S.l.], 2006. p. 71–80.

GROVER, S.; PEA, R. Computational thinking in k–12 a review of the state of the field. *Educational Researcher*, 2013. SAGE Publications, v. 42, n. 1, p. 38–43, 2013.

GUZDIAL, M. Education paving the way for computational thinking. *Communications of the ACM*, 2008. ACM, v. 51, n. 8, p. 25–27, 2008.

HADDAD, R. J.; KALAANI, Y. Can computational thinking predict academic performance? In: *Integrated STEM Education Conference (ISEC), 2015 IEEE*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 225–229.

HENDERSON, P. B. Ubiquitous computational thinking. *Computer*, 2009. IEEE, v. 42, n. 10, p. 100–102, 2009.

HU, C. Computational thinking: What it might mean and what we might do about it. In: *Proceedings of the 16th Annual Joint Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*. New York, NY, USA: ACM, 2011. (ITiCSE '11), p. 223–227. ISBN 978-1-4503-0697-3. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1999747.1999811>>.

INEP. *Sobre o Enem (2015)*. Available: <http://portal.inep.gov.br/web/enem/sobre-o-enem>. Acesso em: 12 fev 2015. 2015. Access: Feb 15, 2015.

INEP. *Aneb e Anresc (Prova Brasil): Semelhanças e diferenças*. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/web/saeb/semelhancas-e-diferencas>. Acesso: 13 maio 2016. 2016. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/saeb/semelhancas-e-diferencas>>.

INEP. *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/web/saeb/parametros-curriculares-nacionais>. Acesso: 13 maio 2016. 2016. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/saeb/parametros-curriculares-nacionais>>.

INEP. *Saeb*. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/web/saeb/aneb-e-anresc>. Acesso: 13 maio 2016. 2016. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/web/saeb/aneb-e-anresc>.

ISRAEL, M.; PEARSON, J. N.; TAPIA, T.; WHERFEL, Q. M.; REESE, G. Supporting all learners in school-wide computational thinking: A cross-case qualitative analysis. *Computers & Education*, 2015. v. 82, p. 263 – 279, 2015. ISSN 0360-1315. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131514002759>.

ISTE, I. S. f. T. i. E.; CSTA, C. S. T. A. *Computational Thinking in K-12 Education teacher resources*. 2011. Disponível em: https://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/472-11CTTeacherResources_2ed-SP-vF.pdf.

JÚNIOR, J.; RAPKIEWICZ, C. E.; DELGADO, C.; XEXEO, J. A. M. Ensino de algoritmos e programação: uma experiência no nível médio. In: *XIII Workshop de Educação em Computação (WEI'2005)*. São Leopoldo, RS, Brasil. [S.l.: s.n.], 2005.

KAFURA, D.; BART, A. C.; CHOWDHURY, B. Design and preliminary results from a computational thinking course. In: *Proceedings of the 2015 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*. New York, NY, USA: ACM, 2015. (ITiCSE '15), p. 63–68. ISBN 978-1-4503-3440-2. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/2729094.2742593>.

KALELIOGLU, F. A new way of teaching programming skills to k-12 students: Code.org. *Computers in Human Behavior*, 2015. v. 52, p. 200 – 210, 2015. ISSN 0747-5632. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563215004288>.

KOH, K. H.; NICKERSON, H.; BASAWAPATNA, A.; REPENNING, A. Early validation of computational thinking pattern analysis. In: *Proceedings of the 2014 Conference on Innovation & Technology in Computer Science Education*. New York, NY, USA: ACM, 2014. (ITiCSE '14), p. 213–218. ISBN 978-1-4503-2833-3. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/2591708.2591724>.

LYE, S. Y.; KOH, J. H. L. Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for k-12? *Computers in Human Behavior*, 2014. Elsevier, v. 41, p. 51–61, 2014.

MESTRE, P.; ANDRADE, W.; GUERRERO, D.; SAMPAIO, L.; RODRIGUES, R. d. S.; COSTA, E. Pensamento computacional: Um estudo empírico sobre as questões de matemática do pisa. In: *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*. [S.l.: s.n.], 2015. v. 4, n. 1, p. 1281.

MISHRA, S.; BALAN, S.; IYER, S.; MURTHY, S. Effect of a 2-week scratch intervention in cs1 on learners with varying prior knowledge. In: *Proceedings of the 2014 Conference on Innovation & Technology in Computer Science Education*. New York, NY, USA: ACM, 2014. (ITiCSE '14), p. 45–50. ISBN 978-1-4503-2833-3. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/2591708.2591733>.

OCDE; BRASIL; EDUCAÇÃO, M. da; INEP. *Brasil no PISA 2015: Análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros*. 2015. Disponível em: http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2015/pisa2015_completo_final_baixa.pdf.

OECD. *PISA 2015 Results: EXCELLENCE AND EQUITY IN EDUCATION VOLUME I*. 2015.

OLIVEIRA, O. L.; NICOLETTI, M. C.; CURA, L. M. del V. Quantitative correlation between ability to compute and student performance in a primary school. In: *Proceedings of the 45th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*. New York, NY, USA: ACM, 2014. (SIGCSE '14), p. 505–510. ISBN 978-1-4503-2605-6. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2538862.2538890>>.

PACT, S. i. *Principled Assessment of Computational Thinking*. 2015. Disponível em: <<http://pact.sri.com/index.html>>.

PAPERT, S. *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York, NY, USA: Basic Books, Inc., 1980. ISBN 0-465-04627-4.

POLYA, G. *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. [S.l.]: Princeton university press, 2003.

QEDU. *Aprendizado dos alunos: Brasil*. 2016. Disponível em: <<http://www.qedu.org.br/brasil/aprendizado>>.

RESNICK, M.; MALONEY, J.; MONROY-HERNÁNDEZ, A.; RUSK, N.; EASTMOND, E.; BRENNAN, K.; MILLNER, A.; ROSENBAUM, E.; SILVER, J.; SILVERMAN, B.; KAFAI, Y. Scratch: Programming for all. *Commun. ACM*, 2009. ACM, New York, NY, USA, v. 52, n. 11, p. 60–67, nov 2009. ISSN 0001-0782. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1592761.1592779>>.

RILEY, D. D.; HUNT, K. A. *Computational thinking for the modern problem solver*. [S.l.]: CRC Press, 2014.

RODRIGUES, R.; ANDRADE, W.; GUERRERO, D.; SAMPAIO, L. Análise dos efeitos do pensamento computacional nas habilidades de estudantes no ensino básico: um estudo sob a perspectiva da programação de computadores. In: *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. [S.l.: s.n.], 2015. v. 26, n. 1, p. 121.

RODRIGUES, R. d. S.; MORAIS¹, L. A. de M.; SILVA, S.; DANTAS, J. G. L. F.; ABILIO, C. R. G. I.; SUÁREZ, P. R. Ensino de algoritmos e linguagem de programação no nível médio: Um relato de experiência. In: *XXI Workshop sobre Educação em Computação*. Maceió, AL, Brasil. [S.l.: s.n.], 2013.

RODRIGUES, R. S.; ANDRADE, W. L.; CAMPOS, L. M. R. S. Can computational thinking help me? a quantitative study of its effects on education. In: *2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. [S.l.: s.n.], 2016. p. 1–8.

RUMSEY, D. J. *Statistics essentials for dummies*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2010.

SCAICO, P. D.; LIMA, A. A. de; AZEVEDO, S.; SILVA, J. B. B. da; RAPOSO, E. H.; ALENCAR, Y.; MENDES, J. P.; SCAICO, A. et al. Ensino de programação no ensino médio: Uma abordagem orientada ao design com a linguagem scratch. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 2013. v. 21, n. 02, p. 92, 2013.

SCHOEFFEL, P.; MOSER, P.; VARELA, G.; DURIGON, L.; ALBUQUERQUE, G. C. de; NIQUELATTI, M. Uma experiência no ensino de pensamento computacional para alunos do ensino fundamental. In: *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*. [S.l.: s.n.], 2015. v. 4, n. 1, p. 1474.

SOUZA, D. *Professores da UFCG e IFPB deflagram greve*. 2015. Disponível em: <http://www.jornaldaparaiba.com.br/vida_urbana/noticia/153498_professores-da-ufcg-e-ifpb-deflagram-greve>.

TAUB, R.; ARMONI, M.; BAGNO, E.; BEN-ARI, M. M. The effect of computer science on physics learning in a computational science environment. *Computers & Education*, 2015. v. 87", n. , p. 10 – 23, 2015. ISSN 0360-1315. . Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131515000913>>.

TPE. *Indicadores da Educação - Meta 3: Desempenho*. 2016. Disponível em: <<http://www.todospelaeducacao.org.br/indicadores-da-educacao/>>.

UNESCO. *TEACHING AND LEARNING: Achieving quality for all. EFA Global Monitoring Report*. [S.l.], 2014. Access: March 20, 2016. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002256/225660e.pdf>>.

UNIVERSITY, C. M. *What is computational thinking?* 2016. Available in: <http://www.cs.cmu.edu/CompThink/>. Access: Feb 12, 2015.

WANGENHEIM, C. G. v.; NUNES, V. R.; SANTOS, G. d. Ensino de computação com scratch no ensino fundamental: Um estudo de caso. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 2014. v. 22, n. 03, p. 115, 2014. ISSN 1414-5685. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/2885>>.

WEINTROP, D.; BEHESHTI, E.; HORN, M.; ORTON, K.; JONA, K.; TROUILLE, L.; WILENSKY, U. Defining computational thinking for mathematics and science classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 2016. Springer, v. 25, n. 1, p. 127–147, 2016.

WERNER, L.; DENNER, J.; CAMPE, S.; KAWAMOTO, D. C. The fairy performance assessment: measuring computational thinking in middle school. In: ACM. *Proceedings of the 43rd ACM technical symposium on Computer Science Education*. [S.l.], 2012. p. 215–220.

WHIMBEY, A.; LOCHHEAD, J.; NARODE, R. *Problem solving & comprehension*. [S.l.]: Routledge, 2013.

WING, J. M. Computational thinking. *Commun. ACM*, 2006. ACM, New York, NY, USA, v. 49, n. 3, p. 33–35, mar. 2006. ISSN 0001-0782. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/1118178.1118215>>.

WING, J. M. Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 2008. The Royal Society, v. 366, n. 1881, p. 3717–3725, 2008.

ZIMMERMAN, D. W.; ZUMBO, B. D.; WILLIAMS, R. H. Bias in estimation and hypothesis testing of correlation. *Psicológica*, 2003. v. 24, n. 1, p. 133–158, 2003.

Apêndice A

Pre-teste de programação

Nome:

Matrícula:

1. Sobre as afirmações abaixo acerca das atividades necessárias para solucionar um problema através de um programa computacional, marque a alternativa correta:

- I. Antes de planejar a solução para o problema, é preciso codificá-la usando uma linguagem de programação.
 - II. Após executar um programa, é necessário armazená-lo em um arquivo e compilá-lo.
 - III. A escrita do programa é a última atividade necessária para resolver o problema.
- a) Apenas II e III estão corretas
 - b) Apenas I e III estão corretas
 - c) Apenas I e II estão corretas
 - d) Todas as afirmações estão corretas
 - e) Todas as afirmações estão erradas

2. Qual a saída esperada do código abaixo:

```
print "2+2"
```

- a) print "2+2"
- b) 4
- c) "2+2"
- d) 2+2
- e) não sei responder

3. Que valores serão gerados pelo código abaixo:

```
for i in range(3):
    print i + 1
```

- a) 4
- b) i + 1
- c) 1, 2, 3
- d) 0, 1, 2
- e) não sei responder

4. Que valores serão gerados pelo programa abaixo?

```
x = 0
while x < 10:
    x = x + 1
print x
```

- a) 10
- b) 9
- c) 0, 1, 2, ... 10
- d) 0, 1, 2, ... 9
- e) não sei responder

5. Indique qual será o valor da variável "a" ao final da execução do código abaixo:

```
a = 1
a = 1 + 1
a = a + 5
```

- a) 1 b) 2 c) 6 d) 7 e) não sei responder

7. Na tabela abaixo, leia cada programa e escreva o que python imprimirá quando executarmos o programa. Escreva **precisamente** o que será observado na saída de python. Se houver algum erro no código ou de execução, escreva "ERRO" apenas. Se nada for impresso, deixe em branco. Se for caracterizado um loop infinito, escreva "LOOP". Importante: não coloque **nada a mais**, nem **nada a menos**. Nem aspas, nem comentários.

a)	b)	c)
<pre>nums = [1,2,3,4,5,6] print nums[1]+nums[-1]</pre>	<pre>num1 = 9 num2 = num1 num1 = num1 + 1 print num1, num2</pre>	<pre>nome1 = "maria" if nome1[4] == "a": nome2 = "pedro" else: nome2 = "joao" print nome1 + nome2</pre>
d)	e)	f)
<pre>s = "teste" if s[3] == "s": print 0 else: print 1</pre>	<pre>v = 10 for j in [2,4,6,8,10]: v = v + j print v</pre>	<pre>lista = [] for num in range(10,2,-2): lista.append(num) print lista</pre>
g)	h)	i)
<pre>soma = 10 while soma > 0: soma = soma - 2 print soma</pre>	<pre>soma = 0 while True: soma = soma + 1 print soma</pre>	<pre>soma = 0 while soma%2 == 0: soma = soma + 1 print soma</pre>
j)	k)	l)
<pre>x = 1 print "x = %d" % x</pre>	<pre>x = 5 print "x = %03d" % x</pre>	<pre>x = 0.22222222 print "%05.2f" % x</pre>
m)	n)	o)
<pre>def func(x): a = x + 1 b = x - 1 return a*b x = 10 y = func(x) print x, y</pre>	<pre>def func(x): x = 2*x return x + 1 x = 10 y = func(x) print x, y</pre>	<pre>def func2(x): x = x**2 def func1(x): x = 1 + func2(x) print func1(x)</pre>
p)	q)	r)
<pre>d1 = {1:2, 3:4} d2 = {5:6, 7:8} print d1[0] + d2[0]</pre>	<pre>l = [[1,2], [3,4]] print l[0][1] + l[1][0]</pre>	<pre>d1 = {1:2, 3:4, 5:6} d2 = {5:6, 1:2, 3:4} print d1[1] == d2[1]</pre>

Apêndice B

Formulário de coleta de dados sobre o perfil do aluno e ENEM

Perfil dos Alunos

Objetivo: Este questionário tem por objetivo conhecer o perfil dos alunos de cursos da área de Ciência da Computação e afins. As respostas serão utilizadas em uma pesquisa de Mestrado em Ciência da Computação.

Observação: A privacidade de seus dados será mantida. Nenhum dado pessoal será publicado ou repassado a terceiros.

*Obrigatório

Informe seu nome completo: * _____

Informe o período que você ingressou no curso: * _____ (Ex: 2013.1)

Informe o período que você se encontra atualmente: * _____ (Ex: 2013.1)

01. Qual o seu sexo? *

() Masculino

() Feminino

02. Em que tipo de escola você cursou o Ensino Fundamental? *

() Somente em escola pública.

() Maior parte em escola pública.

() Somente em escola particular.

() Maior parte em escola particular.

03. Em que tipo de escola você cursou o Ensino Médio? *

() Somente em escola pública.

() Maior parte em escola pública.

() Somente em escola particular.

() Maior parte em escola particular.

() Instituto Federal de Educação (IF ou CEFET)

04. Você participou de algum cursinho preparatório para o vestibular/ENEM? *

() Sim

() Não

05. Você participou de alguma olimpíada quando estava no Ensino Fundamental ou Médio? *

Caso tenha participado de uma olimpíada não listada informe no campo outro. Ex: Olimpíada de Informática da Minha Escola.

Sim, OBI (Olimpíada Brasileira de Informática).

Sim, Olimpíada Brasileira de Matemática.

Não.

Outro: _____

06. Você participou de alguma olimpíada de informática ou programação quando estava no Ensino Médio? *

Caso tenha participado de uma olimpíada não listada informe no campo outro. Ex: Olimpíada de Informática da Minha Escola.

Sim, OBI (Olimpíada Brasileira de Informática).

Sim, OPI (Olimpíada Paraibana de Informática).

Não, pois não tinha interesse.

Não, pois não tive oportunidade.

Outro: _____

07. Você obteve alguma premiação na(s) olimpíada(s) que participou? *

Sim

Não

Não participei de olimpíadas de informática.

08. Especifique suas premiações.

Ex: Medalha de Ouro na Olimpíada Brasileira de Informática

09. Você aprendeu sobre algoritmos e programação de computadores durante o Ensino Fundamental ou Médio? *

Sim, a escola oferecia aulas de introdução a programação.

Sim, aprendi de outras maneiras.

Não.

Outro: _____

10. Antes de ingressar no Curso você sabia programar em alguma linguagem de programação? *

() Sim

() Não

11. Qual a linguagem de programação que você mais utilizava antes de ingressar no Curso?

() Java

() Python

() C++

() Pascal

() C

() Antes de ingressar no curso não sabia programar

Outro: _____

12. Em uma escala de 1 a 5 qual o conhecimento que você tinha antes do ingresso no curso sobre o tema Algoritmos e Programação de Computadores? *

1 2 3 4 5

Nenhum conhecimento sobre o tema (não sabia programar)

Conhecimento sólido sobre o tema, resolvia facilmente problemas com o auxílio de uma linguagem de programação.

Resultado pessoal Enem

Objetivo: Coletar o resultado do Enem dos alunos de cursos da área de Ciência da Computação e afins. As respostas serão utilizadas em uma pesquisa de Mestrado em Ciência da Computação.

Observação: A privacidade de seus dados será mantida. Nenhum dado pessoal será publicado ou repassado a terceiros.

Qual o ano de realização do Enem? _____ (Ex: 2013)

1. Resultado Enem Matemática * _____.

Copie e cole o resultado do Enem Matemática disponível no seu histórico acadêmico (Controle acadêmico da sua instituição <https://150.165.111.151:8443/ControleAcademicoOnline/>) ou Acesse: <http://sistemasespeciais.inep.gov.br/resultadosenem/>

2. Resultado Enem Linguagens * _____.

Copie e cole o resultado do Enem Linguagens disponível no seu histórico acadêmico (Controle acadêmico da sua instituição <https://150.165.111.151:8443/ControleAcademicoOnline/>) ou Acesse: <http://sistemasespeciais.inep.gov.br/resultadosenem/>

3. Resultado Enem Humanas * _____.

Copie e cole o resultado do Enem Humanas disponível no seu histórico acadêmico (Controle acadêmico da sua instituição) ou Acesse: <http://sistemasespeciais.inep.gov.br/resultadosenem/>

4. Resultado Enem Ciências da Natureza * _____.

Copie e cole o resultado do Enem Natureza disponível no seu histórico acadêmico (Controle acadêmico da sua instituição <https://150.165.111.151:8443/ControleAcademicoOnline/>) ou Acesse: <http://sistemasespeciais.inep.gov.br/resultadosenem/>

5. Resultado Enem Redação * _____.

Copie e cole o resultado da sua Redação no Enem disponível no seu histórico acadêmico (Controle acadêmico da sua instituição <https://150.165.111.151:8443/ControleAcademicoOnline/>) ou Acesse: <http://sistemasespeciais.inep.gov.br/resultadosenem/>

Apêndice C

Pré-teste de Whimbey

Identificação Turma: _____

Questionário de habilidades analíticas de Whimbey - WASI Test

Objetivo: Avaliar habilidades de resolução de problemas.

Este questionário consiste de 38 questões e está dividido em 6 (seis) categorias: Raciocínio verbal (8 questões), Instruções sequenciais (9 questões), Formação de analogias (9 questões), Análise de padrões e tendências (7 questões), Problemas de soluções matemáticas (2 questões) e Problemas de relações de frases escritas (3 questões).

Veja a seguir dois exemplos de questões, por favor, tente resolvê-las:

- 1- Você tem R\$ 25,00 e deseja assistir um filme no cinema, para isso você gasta R\$ 3,00. Quanto você terá depois disso?
a. R\$23,00 b. R\$22,00 c. R\$21,00 d. R\$12,00
- 2- Circule a quinta palavra desta frase.

Solução

Para o primeiro exemplo **você deve marcar** a alternativa b., pois ao sair do cinema você terá R\$ 22,00 uma vez que gastou R\$ 3,00 para assistir ao filme. Para o segundo exemplo **você deve circular** a palavra “desta”, pois ela é a quinta palavra da sentença.

1. Que palavra é diferente do grupo de palavras a seguir?
 - a. Gritar
 - b. Falar
 - c. Lápis
 - d. Sussurar

2. Que letra do alfabeto está tão longe de K, como a letra J está distante da letra G?
 - a. K
 - b. M
 - c. N
 - d. G
 - e. I

3. Se você está olhando para o norte e gira seu corpo para direita, em seguida, faz uma meia-volta e vira à direita novamente, que direção está atrás de você?
 - a. Leste
 - b. Norte
 - c. Oeste
 - d. Sul
 - e. Sudoeste

4. Que par de palavras se encaixa melhor os espaços em branco?

Braço está para pulso assim como _____ está para _____.

 - a. Perna: pé
 - b. Coxa: tornozelo
 - c. Perna: tornozelo
 - d. Perna: joelho

5. 20 está para a 30 como 10 está para _____?
 - a. 5
 - b. 25
 - c. 60
 - d. 15
 - e. 10

6. Que conjunto de letras é diferente dos outros 3 conjuntos?
 - a. EFGE
 - b. BCDB
 - c. KLML
 - d. OPQO

7. Em um idioma diferente "lro cas" significa "tomate vermelho," "dan dum cas" significa "grande celeiro vermelho" e "dan xer" significa "grande cavalo." Qual é a palavra para celeiro neste idioma?
 - a. dum
 - b. lro
 - c. cas
 - d. dan
 - e. xer

8. Escreva as 2 (duas) próximas letras da série:

C B F E I H L K _ _

9. Existem 3 caixas de tamanhos iguais separadas, dentro de cada caixa existem 2 pequenas caixas separadas, dentro de cada uma das pequenas caixas existem 4 caixas ainda menores. Quantas caixas são ao todo?
 - a. 24
 - b. 13
 - c. 21
 - d. 33
 - e. Outro número

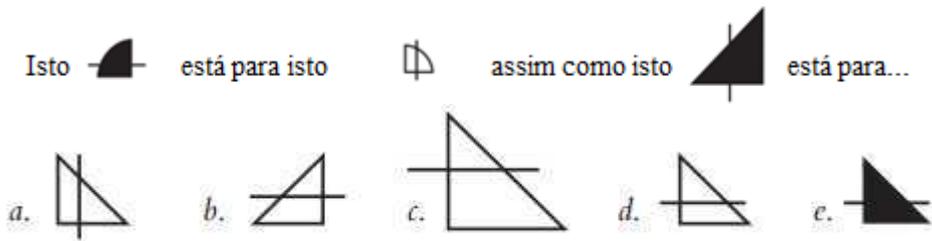
10. Dez caixotes cheios de castanhas pesam 410 kg, enquanto uma caixa vazia pesa 10 kg. Quanto as castanhas sozinhas pesam?
 - a. 400 kg
 - b. 390 kg
 - c. 310 kg
 - d. 320 kg
 - e. 420 kg

11. Um número da série abaixo está incorreto. Qual deve ser esse número?

3 4 6 9 13 18 24 33

 - a. 33
 - b. 7
 - c. 24
 - d. 31
 - e. 32

12. A primeira figura está relacionada com a segunda figura da mesma maneira que a terceira figura está relacionada com uma das opções de resposta. Escolha a resposta correta.



13. Que par de palavras se encaixa melhor o significado da frase?

_____ o cão fosse grande, _____ pesado.

- a. Uma vez que – não estava c. Embora – não estava
b. Embora – estava muito d. Porque— porém estava

14. Escreva os 2 (dois) números que devem aparecer a seguir na série:

3 9 5 15 11 33 29 ___ ___

15. Um ortopedista é um especialista em _____.

- a. Cérebro b. Coração c. Ouvido e garganta d. Pulmão e. Ossos

16. Uma declaração equívoca é _____.

- a. Relevante b. Equivalente
c. Confiável d. Um pouco difícil de compreender
e. Ambígua

17. Em uma fábrica três caixas de cereais vazias pesam 9 Kg e cada caixa armazena 11 Kg de cereais. Quanto 2 caixas cheias de cereal pesam juntas?

- a. 20 Kg b. 40 Kg c. 14 Kg d. 28 Kg e. 15 Kg

18. Circule a letra na palavra **perdão** que está na posterior ao centro da palavra.

19. Uma viagem envolve sempre um(a) _____?

- a. pessoa b. destino
c. distancia d. preparação

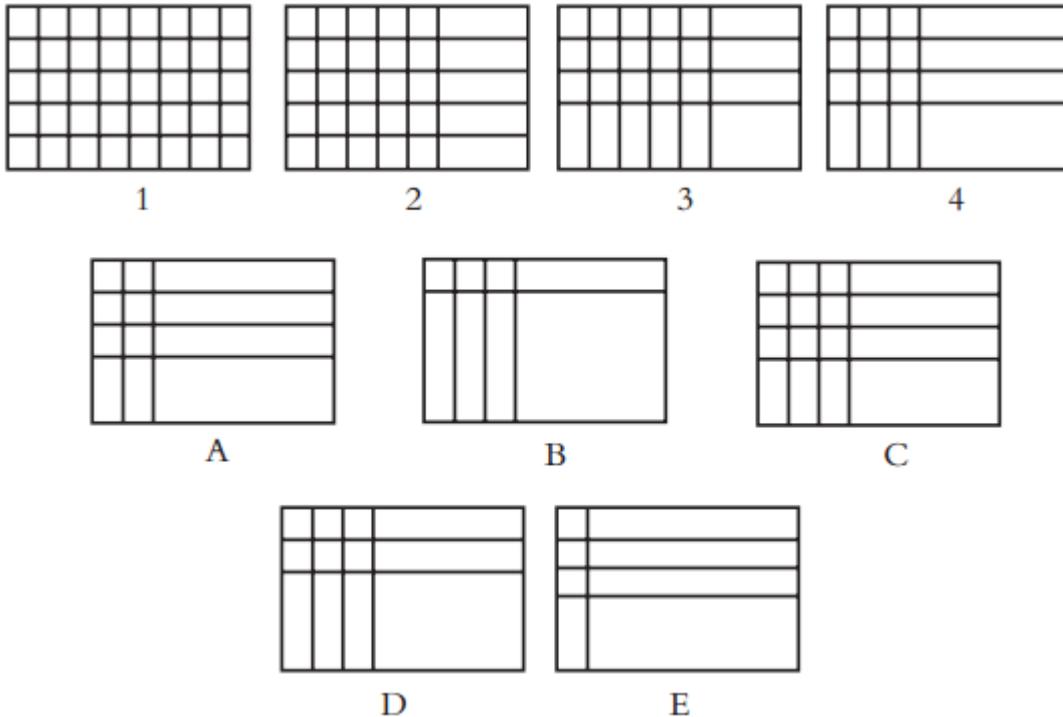
20. Em quantos dias da semana é que a terceira letra do nome do dia imediatamente a seguir à primeira letra do nome do dia no alfabeto?

- a. 1 b. 2 c. 3 d. 4 e. 5

21. Quais pares de palavras é diferente dos outros 3 pares?

- a. Andar – vagarosamente b. Falar – alto
c. Ler – livro d. Levante – rapidamente

22. Os 4 primeiros números formam uma série que muda de uma forma sistemática de acordo com alguma regra. Tente descobrir a regra e escolher entre as alternativas a figura que deve ocorrer próximo da série.



23. Que número é repetido pela primeira vez na série seguinte?

5 9 4 8 2 3 6 1 7 4 7 6 7 8 9 1 5 2 3 5 8 9 5 3 5 4 3 7 1

- a. 7 b. 8 c. 6 d. 4 e. 5
24. Que par de palavras se encaixa melhor os espaços em branco?
Forno para assar como é _____ é _____.

25. Faça as 3 letras que deve vir a seguir nesta série.

B A A C E E D I I E M M F _____

26. Uma terceira está relacionada com 9 como 2 está relacionada com a _____.

a. 6 b. 18 c. 36 d. 54 e. 99

27. Elefante é pequena como _____ está para _____ é.

a. Grande: pequeno b. Hipopótamo: rato
c. Tartaruga: lento d. Leão: medroso

28. Que palavra significa o oposto de falecer?

a. Apressar b. Nascer c. Aceitar d. Abraçar

29. Que conjunto de letras é diferente dos outros 3?

a. HRTG b. NOMP c. XACW d. LDFK

30. Hospital está para doença como _____ está para _____.
- a. Paciente: doença
 - b. Cadeia: prisioneiro
 - c. Medico: paciente
 - d. Escola: ignorância
 - e. Enfermeira: doença
31. Um trem viaja 50 mi, enquanto um carro viaja 40 mi. Quantas milhas será a viagem de trem, enquanto o carro percorre 60 mi?
- a. 60
 - b. 50
 - c. 70
 - d. 75
 - e. 80
32. Herege está para religiosa como _____ está para _____.
- a. descrença: a fé
 - b. adversário: cooperativa
 - c. pecador: punição
 - d. desrespeitoso: piedosa
33. Quantas sextos estão em 12/2?
- a. 6
 - b. 1
 - c. 36
 - d. 4
 - e. 24
34. 2, 9, 3, 5, 1, 8, 4. Leve a diferença entre o segundo número e no próximo ao último número, em seguida, adicioná-lo para o quarto número. Se este montante for inferior a 6, escreva a palavra "Siga" neste espaço _____; caso contrário, escreva a palavra "Pare" neste espaço _____.
35. Que palavra é diferente dos outros 3 palavras?
- a. peregrinação
 - b. peregrinações
 - c. estranho
 - d. passeio
36. 3, 6, 4, 2, 5, 9, 1. Adicione o segundo número para o sexto número, em seguida, dividir por 3 e escrever o quociente, a menos que seja superior a 5; neste caso adicionar o número do punho para o seguinte-à-último número e dividir por 4. Qual é a sua resposta final?
- a. 3
 - b. 5
 - c. 2
 - d. 4
 - e. outro número
37. Selecione a resposta que é mais quase equivalente em significado para a seguinte declaração.
Mostre-me o homem que honrar. Eu sei por que sintoma, melhor do que qualquer outro, o que você é você mesmo. – Carlyle
- a. As obras de grandes estudiosos devem ser lidos e estudados.
 - b. Um homem pode ser julgado por suas obras.
 - c. Um homem pode ser julgado por aqueles que ele emula.
 - d. Cada ser humano tem seu próprio valor único.
38. Otimista está para pessimista tanto quanto _____ está para _____.
- a. consolação: rabugento
 - b. otimista: moroso
 - c. benfeitor: patrono
 - d. elogio: sombrio