



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO,
FILOSOFIA E HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS



FERNANDA REGEBE CASTRO

A evolução das habilidades cognitivas de raciocínio
lógico em tecnologia da informação

SALVADOR
2017

FERNANDA REGEBE CASTRO

A evolução das habilidades cognitivas de raciocínio lógico em tecnologia da informação

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências da Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana, para a obtenção do título de Doutora em Ensino, Filosofia e História das Ciências na área de concentração em História e Filosofia das Ciências e Implicações para o Ensino de Ciências

Orientadora: Prof^a Dr^a Amanda Amantes

SALVADOR
2017

Castro, Fernanda Regebe
A evolução das habilidades cognitivas de raciocínio lógico em
tecnologia da informação / Fernanda Regebe Castro. -- Salvador, 2017.
279 f. : il

Orientadora: Amanda Amantes.
Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Ensino,
Filosofia e História das Ciências) -- Universidade Federal da Bahia, Instituto
de Física, 2017.

1. habilidades abstratas. 2. desenvolvimento de habilidades. 3.
lógica de programação. 4. modelagem Rasch. 5. metodologia. I. Amantes,
Amanda. II. Título.

FERNANDA REGEBE CASTRO

A evolução das habilidades cognitivas de raciocínio lógico em tecnologia da informação

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências da Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana, para a obtenção do título de Doutora em Ensino, Filosofia e História das Ciências na área de concentração em História e Filosofia das Ciências e Implicações para o Ensino de Ciências

Amanda Amantes Neiva - Orientadora

Doutora em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Jonei Cerqueira Barbosa

Doutor em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Charbel Nino El Hani

Doutor em Educação pela Universidade de São Paulo (USP)
Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Geide Rosa Coelho

Doutor em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

Cristiano Mauro Assis Gomes

Doutor em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

RESULTADO: APROVADA

Salvador, 27 de novembro de 2017

Agradecimentos

O momento de agradecer é o de lembrar de todos que contribuíram para que eu pudesse estar aqui neste momento desenvolvendo este trabalho e iniciando uma carreira acadêmica.

São muitas as pessoas. Primeiramente gostaria de agradecer à minha professora orientadora Dra Amanda Amantes pela confiança e pela excelente e firme orientação que tem dado à mim quanto ao nosso grupo de pesquisa.

Agradeço aos colegas do grupo de pesquisa (Klayton, Silvia, Caio, Agamenon, Tamila, Natanaildo, Mateus, Madaya, Sirlley, Lidia, Moisés, Júnior, Ana Cássia, Marta, Kátia, Vivi e Lucília) pelo companheirismo e pelos momentos de aprendizado.

Agradeço aos meus professores do programa pela minha formação e pelo profissionalismo dos mesmos.

Agradeço ao pessoal da secretaria do PPGEFHC por tratarem das questões burocráticas com boa vontade e profissionalismo.

Agradeço ao IFBA campus Camaçari por ter me concedido o afastamento das atividades docentes para que eu pudesse me dedicar aos estudos da pós.

Agradeço aos colegas de lógica de programação que me cederam os materiais didáticos para que eu pudesse fazer a análise (Josildo, Rosângela e Wylma). Também agradeço demais aos colegas que me permitiram acompanhar as aulas de lógica (Rosângela, Josildo e Lúcio Marcos). Agradeço também ao grupo todo de TI por ter contribuído de forma significativa na validação dos instrumentos. Também agradeço a um dos colegas que mais “incomodei” para me ceder as aulas, o colega Heliomar.

Agradeço também à minha colega de grupo de pesquisa e colega do Ifba, Ana Paula. Este trabalho não vai findar aqui e ainda virão muitas pesquisas dentro do Instituto.

Agradeço à Fábio, meu namorado, pelo amor e companheirismo e pela compreensão em tantas noites e finais de semana em casa em frente ao computador.

Enfim, agradeço à minha mãe, Solange, sem ela nada disso seria possível.

Sumário

1.	INTRODUÇÃO	20
2.	A PESQUISADORA.....	24
3.	APRESENTAÇÃO	26
3.1.	OBJETIVOS	26
3.2.	SUJEITOS E CONTEXTO.....	28
3.3.	SUPORTE.....	42
3.4.	DESENHO DE PESQUISA.....	43
4.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	46
4.1.	DESENVOLVIMENTO COGNITIVO	46
4.2.	LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO E TAXONOMIA.....	59
4.3.	MODELAGEM RASCH	64
4.4.	SÍNTESE DO CAPÍTULO	69
5.	METODOLOGIA.....	71
5.1.	CONSTRUÇÃO DO SISTEMA CATEGÓRICO	71
5.2.	ESTUDO PILOTO	80
5.3.	VALIDAÇÃO POR PARES.....	89
5.4.	COLETA DE DADOS	93
5.4.1.	CRIAÇÃO DOS INSTRUMENTOS	93
5.4.2.	APLICAÇÃO DOS INSTRUMENTOS	102
5.5.	DADOS E MÉTODOS DE ANÁLISE	104
5.6.	SÍNTESE DOS RESULTADOS.....	107
6.	ANÁLISE 1: MODELO PSICOMÉTRICO	109
6.1.	CONSTRUÇÃO DO MODELO.....	109
6.2.	ESTUDO DO MODELO	111
6.2.1.	ANÁLISE EXPLORATÓRIA.....	111
6.2.2.	ANÁLISE CONFIRMATÓRIA.....	120
6.2.2.1.	CFA DO MODELO DE COMPLEXIDADE	121
6.2.2.2.	CFA DO MODELO DE CONTEÚDO	123
6.2.3.	TESTANDO OS MODELOS.....	125
6.3.	SÍNTESE DOS RESULTADOS.....	127
7.	ANÁLISE 2: APRENDIZAGEM.....	130
7.1.	DESEMPENHO GERAL	130
7.1.1.	TRAJETÓRIA DE APRENDIZAGEM	132

7.1.2. PREDITORES DE APRENDIZAGEM	144
7.2. APRENDIZAGEM NAS DIMENSÕES DE HABILIDADE	150
7.2.1. DIMENSÃO DE COMPLEXIDADE.....	152
7.2.2. DIMENSÃO DE CONTEÚDO.....	154
7.3. DESEMPENHO SEGUNDO OS ITENS.....	157
7.4. SÍNTESE DOS RESULTADOS.....	176
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	178
9. REFERÊNCIAS.....	182

Lista de Siglas

AIC – *Akaike Information Criterion*

ANOVA – Análise de Variância

BIC – *Bayesian Information Criterion*

CFA – Análise Fatorial Confirmatória

CFI – *Comparative Fit Index*

CM – Dimensão de Conhecimento Matemático

EFA – Análise Fatorial Exploratória

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

EP – Dimensão de Estruturas de Programação

HB – Dimensão de Conhecimento Híbrido

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

INFIT - *Inlier-sensitive fit*

K-S – *Kolmogorov-Smirnov Test*

MNSQ – *Mean square and standardized fit statistics*

OUTFIT - *Outlier-sensitive fit*

PCA – Análise dos Componentes Principais

RMSEA - *Root Mean Square Error of Approximation*

RMSR – *Root mean square residuals*

SOLO – *Structure of the Observed Learning Outcome*

TCH – Taxonomia de Complexidade de Habilidades

TI – Tecnologia da Informação

TIC – Tecnologia da Informação e Comunicação

TLI – *Tucker-Lewis Index*

TRI – Teoria de Resposta ao Item

WLSMV – *Mean and variance adjusted weighted least squares*

Lista de Tabelas

Tabela 1- Classificação de Concordância entre os juízes para o coeficiente Kappa	92
Tabela 2 - Resultado da validação por pares de acordo com o Coeficiente Kappa.....	92
Tabela 3 - Variância explicada.....	112
Tabela 4 - Análise factorial paralela	113
Tabela 5 - Estimadores	115
Tabela 6 - Cargas fatoriais resultantes da Análise Fatorial Exploratória para 2 fatores na Onda 02	117
Tabela 7 - Cargas fatoriais resultantes da Análise Fatorial Exploratória para 3 fatores na Onda 02.....	117
Tabela 8 - Cargas fatoriais resultantes da Análise Fatorial Exploratória para 4 fatores na Onda 02	118
Tabela 9 - Indicadores da análise confirmatória segundo modelo estatístico	123
Tabela 10 - Indicadores da análise confirmatória segundo modelo teórico	124
Tabela 11 - Teste ANOVA de comparação entre modelos.....	126
Tabela 12 - Índices individuais de cada modelo	126
Tabela 13 - Índices de adequação Rasch	131
Tabela 14 - Ajuste da Modelagem Rasch aos dados empíricos.....	131
Tabela 15 - Resultado do teste k-s.....	133
Tabela 16 - Resultado do T-Test.....	133
Tabela 17- ANOVA com separação de turno	145
Tabela 18 - ANOVA com separação de repetência escolar.....	145
Tabela 19 - ANOVA com separação de gosto pela leitura	146
Tabela 20 - ANOVA com separação de sexo	146
Tabela 21 - ANOVA com separação de escola anterior	147
Tabela 22 - ANOVA com separação de gosto por matemática.....	148
Tabela 23 - Teste de homogeneidade dos parâmetros de dificuldade dos itens em cada onda de medida (Levene).....	150
Tabela 24 - Teste de diferenças de médias dos parâmetros de dificuldade dos itens em cada onda de medida (ANOVA)	151
Tabela 25 - Teste k-s de acordo com a complexidade dos itens.....	152
Tabela 26 - Teste de Kruskal-wallis	155

Lista de Gráficos

Gráfico 1- Razão da escolha pelo curso de TI - turma 1o ano matutino.....	35
Gráfico 2 - Razão da escolha pelo curso de TI - turma 1o ano vespertino	36
Gráfico 3 - Scores de rendimento dos alunos	83
Gráfico 4 - Trajetória geral de aprendizagem	135
Gráfico 5 - Trajetória do índice de dificuldade dos itens, em termos de complexidade.....	153
Gráfico 6 - Medianas na dimensão específica de conteúdo	156

Lista de Figuras

Figura 1 - Diferentes sujeitos nas diferentes fases da pesquisa.....	31
Figura 2- Procedência dos alunos nos turnos matutino e vespertino (modalidade integrada)	34
Figura 3- Gosto por Matemática por parte dos alunos	37
Figura 4- Facilidade em Matemática por parte dos alunos.....	37
Figura 5 - Gosto por Racioncício Lógico por parte dos alunos	38
Figura 6 - Facilidade em Raciocínio Lógico por parte dos alunos.....	38
Figura 7- Gosto pela Leitura por parte dos alunos	39
Figura 8 – Distribuição das vagas pela política de cotas	40
Figura 9 - Desenho de Pesquisa.....	45
Figura 10 - Desenvolvimento como uma rede construtiva	50
Figura 11 - Esquema geral do desenvolvimento em relação aos níveis em meio às camadas	56
Figura 12 - Uma metáfora do ciclo de 4 níveis	57
Figura 13 - Fórmula do Modelo Probabilístico Rasch.....	69
Figura 14 - Questão 1 do teste piloto	81
Figura 15 - Questão 02 do teste piloto	86
Figura 16 - Item que representa a habilidade EPCLI	87
Figura 17 - Item que representa a habilidade EPCLIII	87
Figura 18 - Item que representa a habilidade EPEDI.....	88
Figura 19 - Item que representa a habilidade EPEDIII.....	88
Figura 20 - Questão do tipo Ordenação de Habilidades	90
Figura 21 - Questão de identificação do nível de habilidade em determinado conteúdo.....	91
Figura 22 - Questão que requer a habilidade EPCLI	96
Figura 23 - Questão que requer a habilidade EPCLII	96
Figura 24 - Questão que requer a habilidade EPCLIII	97
Figura 25 - Questão que requer a habilidade EPCLIV.....	97
Figura 26 - Questão que requer a habilidade EPMBI	98
Figura 27 - Questão que requer a habilidade EPMBII	99
Figura 28 - Questão que requer a habilidade EPMBIII	99
Figura 29 - Questão que requer a habilidade EPMBIV	100
Figura 30 - Questão que requer a habilidade CMPEIII	100
Figura 31 - Desenho da Coleta de Dados	103
Figura 32 - Matriz de resposta das questões dicotômicas	105
Figura 33 - Categorização das Respostas Abertas em Matriz Dicotômica.....	106
Figura 34 - Matriz de respostas	107
Figura 35 – PCA onda 05.....	112
Figura 36 – Análise paralela para a onda 05	113
Figura 37 – Agrupamentos de itens resultante da análise fatorial exploratória para 2 fatores (onda 02)	118
Figura 38 - Agrupamentos de itens resultante da análise fatorial exploratória para 3 fatores (onda 02)	119
Figura 39 - Agrupamentos de itens resultante da análise fatorial exploratória para 4 fatores (onda 02)	119
Figura 40 - Modelo teórico inicial.....	128
Figura 41 - Modelo teórico final (bi-fatorial).....	128

Figura 42 - Questão que exige habilidade EPEDII.....	139
Figura 43 – Questão que exige habilidade EPEDIII.....	139
Figura 44 - Trajetória dos alunos segundo preditor gosto por matemática.....	149
Figura 45 - Mapa de Itens com Macro Conteúdos na Onda 02.....	159
Figura 46 - Mapa de Itens com Conteúdos Completos na Onda 02.....	159
Figura 47 - Mapa de Itens com Macro Conteúdos na Onda 03.....	160
Figura 48 - Mapa de Itens com Conteúdos Completos na Onda 03.....	160
Figura 49 - Mapa de Itens com Macro Conteúdos na Onda 04.....	161
Figura 50 - Mapa de Itens com Conteúdos Completos na Onda 04.....	161
Figura 51 - Mapa de Itens com Macro Conteúdos na Onda 05.....	162
Figura 52 - Mapa de Itens com Conteúdos Completos na Onda 05.....	162
Figura 53 - Mapa de Itens com Macro Conteúdos na Onda 06.....	163
Figura 54 - Mapa de Itens com Conteúdos Completos na Onda 06.....	163
Figura 55 - Mapa de Itens com Macro Conteúdos na Onda 07.....	164
Figura 56 - Mapa de Itens com Conteúdos Completos na Onda 07.....	164
Figura 57 - Mapa de Itens com Macro Conteúdos na Onda 09.....	165
Figura 58 - Mapa de Itens com Conteúdos Completos na Onda 09.....	165

Lista de Quadros

Quadro 1- Habilidades requeridas em atividades – Exemplo 1	72
Quadro 2 - Habilidades requeridas em atividades – Exemplo 2	72
Quadro 3 - Exemplo das habilidades encontradas em atividades	73
Quadro 4 - Agrupamento de atividades da mesma natureza (construção de constructo).....	74
Quadro 5 - Sistema categórico intermediário	76
Quadro 6 - Bloco de conteúdo de Estruturas de Programação (EP)	77
Quadro 7 - Bloco de conteúdo de conhecimento matemático (CM)	78
Quadro 8 - Tabulação das respostas dos alunos para a validação amostral	81
Quadro 9 - Tabela para controle de distribuição das habilidades de EP nos instrumentos.....	94
Quadro 10 - Tabela para controle de distribuição das habilidades de CM nos instrumentos .	94
Quadro 11 - Sistema Categórico X Conteúdo dos Itens nos Instrumentos	137

Resumo

O mercado tecnológico, especialmente o de tecnologia da informação, tem apresentado um ótimo crescimento nos últimos anos. O Brasil é o 5º maior mercado interno de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) e ocupa o 7º lugar em Tecnologia de Informação (TI), de acordo com a BRASSCOM (Associação Brasileira das Empresas de Tecnologia da Informação e Comunicação). De acordo com estudos realizados pela BRASSCOM, até 2014 seriam abertas 78 mil vagas para profissionais especializados em tecnologia da informação no Distrito Federal e em sete estados – São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Rio Grande do Sul, Minas, Bahia e Pernambuco. Mas, segundo o mesmo estudo, nem mesmo a metade das vagas seria atendida, uma vez que apenas 33 mil estudantes teriam concluído o curso naquelas localidades, e ocorreria um aumento da falta de profissionais de TI, sendo o déficit de 130 mil profissionais no ano de 2013.

A disciplina de Lógica de Programação é oferecida sempre no primeiro período dos diversos cursos existentes na área de tecnologia da informação, sejam eles do nível médio técnico, ou superior (bacharelado ou tecnológico). Os cursos são oferecidos sob diversos títulos, dentre eles técnico em informática, técnico em tecnologia da informação, técnico em programação Web, superior em análise de sistemas, superior em ciência da computação, tecnólogo em análise e desenvolvimento de sistemas.

Em comum, todos estes cursos têm um alto nível de desistência e repetência, gerando altos índices de evasão. Apesar de ter havido um aumento na quantidade de cursos na área de computação (entre 2001 e 2011 – dados do INEP), aumentando assim o número de vagas oferecidas, de candidatos inscritos nos processos seletivos, de matrículas e de concluintes, percebe-se que a quantidade de vagas oferecidas é sempre superior ao número de ingressos. Também de acordo com dados do INEP, o número de ingressantes é superior ao número de

concluintes (diplomados) para o período considerado, o que mostra que o número de evadidos é superior ao número de concluintes em todos os anos considerados e para todos os cursos da área de computação. Um dos gargalos destes cursos é o alto índice de reprovação e/ou evasão, desde o início do curso, em disciplinas de algoritmo e programação. Este é um dos fatores que faz com que a quantidade de egressos concluintes seja consideravelmente inferior à quantidade de ingressantes nesses cursos.

A presente pesquisa tem como objetivo investigar a evolução das habilidades relacionadas aos conteúdos de matemática e estrutura de programação, na disciplina de lógica de programação, em um curso técnico em informática, ao longo do ano letivo, assim como identificar os possíveis preditores que possam influenciar esta evolução.

Para analisar a evolução do desenvolvimento das habilidades pelos alunos, construímos um sistema categórico (Taxonomia de Complexidade de Habilidades – TCH) baseado nas habilidades levantadas no material didático dos professores de lógica da escola em que foi desenvolvida a pesquisa e na estrutura de complexidade da Teoria de Habilidades Dinâmicas. Com base neste sistema categórico, construímos instrumentos de coleta de dados (testes de conhecimento) que foram validados e aplicados durante o ano letivo de 2014, em duas turmas do ensino médio técnico do curso de Tecnologia da Informação na modalidade integrada, com 71 alunos ao todo. Tanto o sistema categórico quanto os testes foram construídos com base na concepção da complexidade hierárquica. As respostas dos alunos foram tabuladas conforme categorias em uma matriz de respostas, que foi submetida à modelagem Rasch, cujo objetivo é acessar variáveis latentes, fornecendo uma escala intervalar de proficiência dos indivíduos, além dos parâmetros de dificuldade dos itens. Tanto a proficiência dos alunos quanto a dificuldade dos itens são medidos na mesma unidade (logit) e formam uma “réguia” que proporciona mensurar as diferenças entre as medidas nas habilidades investigadas nesta pesquisa, durante o ano letivo de 2014.

O sistema categórico utilizado para a construção dos testes de conhecimento foi baseado em um modelo psicométrico de conteúdos, que, após análise da adequação dos dados empíricos ao modelo teórico inicial, se transformou em um novo modelo de duas facetas: de conteúdo e de complexidade. Esta mudança ocorreu devido ao agrupamento resultante dos itens, nas análises fatoriais. A construção deste modelo psicométrico teve grande importância do ponto de vista metodológico, por ter dado melhor suporte à investigação dos traços latentes.

De acordo com os nossos resultados, com relação à dimensão de complexidade, os nossos alunos, ao final do ano letivo, aprenderam melhor os itens menos complexos, tiveram uma trajetória mais ou menos estável nos itens de média complexidade, sem muitos ganhos, e um comportamento bastante oscilante nos itens de maior complexidade, o que já é esperado para assuntos mais complexos. Já com relação à dimensão de conteúdo, os alunos tiveram menos dificuldade nos conteúdos de conhecimento matemático, seguido pelos conteúdos de estrutura de programação, e, maior dificuldade nos conteúdos híbridos, que abarcam soluções de problemas matemáticos com a utilização de algoritmos. Este resultado é um primeiro indício da dificuldade dos alunos transferirem os conhecimentos de determinado nível de complexidade de uma área para outra, pois os mesmos problemas envolvendo conhecimento matemático, ao serem levados para a área de implementação de algoritmos, parecem se tornar bem mais difíceis. Com relação aos conteúdos de estruturas de programação, os alunos conseguiram aprender melhor o conteúdo de estruturas de decisão, que, além de ser ensinado na primeira unidade, proporcionando um maior tempo de contato com o conteúdo durante todo o ano, não tem o mesmo nível de abstração encontrado nos conteúdos relativos a laço e matrizes unidimensionais e bidimensionais. Os itens de estrutura de decisão também têm uma característica bastante intuitiva, pois esta estrutura está mais presente no dia-a-dia dos alunos.

Com relação aos possíveis preditores que possam influenciar a evolução dos alunos nas

habilidades de conhecimento matemático e estrutura de programação, utilizamos os preditores sexo, turno, repetência escolar, gosto por matemática, gosto por leitura e escola anterior. Os resultados da análise de preditores indicaram que os preditores turno, repetência escolar e gosto pela leitura não fizeram diferença para a aprendizagem dos alunos. Também indicaram que os preditores sexo, escola anterior e gosto por matemática podem fazer diferença na aprendizagem. De acordo com os resultados, o preditor que indicou diferenças mais significativas foi o de gosto por matemática: os alunos que se auto-declararam gostar muito de matemática tiveram uma proficiência diferenciada do restante dos alunos, ou seja, tiveram uma média superior aos outros.

Consideramos que a identificação das dificuldades dos alunos em algumas habilidades específicas ou no desenvolvimento de certas habilidades nos deu indícios mais consistentes sobre a realidade que acomete a grande maioria dos alunos de lógica de programação, identificando melhor a origem das repetências e evasões, e contribuindo assim para o melhor entendimento sobre esses processos.

Palavras – chave: habilidades abstratas, desenvolvimento de habilidades, lógica de programação, modelagem Rasch, metodologia

Abstract

The technological market, especially the information technology market, has presented a great growth in recent years. Brazil has the 5th largest market in Information and Communication Technology (ICT) and occupies the 7th place in Information Technology (IT), according to BRASSCOM (Brazilian Association of Information and Communication Technology Companies). According to studies carried out by BRASSCOM, up to 2014, 78,000 job vacancies would be created for information technology professionals in the Federal District and in seven Federal States of Brazil - São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Bahia and Pernambuco. Moreover, according to the same study, not even half the vacancies would be met, since only 33,000 students would have completed the course in those localities. Thus, there would be an increase in the lack of IT professionals, with a deficit of 130,000 professionals in the year of 2013.

The subject of Programming Logic is always offered in the first period of the various courses in the area of information technology, be they of the technical level, or higher (baccalaureate or technological). The courses are offered under various titles, such as: computer technician, information technology technician, Web programming technician, undergraduate in systems analysis, undergraduate in computer science, technologist in analysis and systems development.

In common, all these courses have a high level of dropouts and repetitions. In spite of the increase in the number of courses in computing (between 2001 and 2011 - INEP data), thus increasing the number of places offered, candidates enrolled in selective processes, enrollments and graduates, it is noticed that the number of places offered is always higher than the number of candidates. Furthermore, according to INEP data, the number of candidates is higher than the number of graduates over the period considered for all courses of

the area of computation. It also shows that the number of dropouts is higher than the number of graduates. One of the big problems of these courses is the high rate of failure and/or dropouts in algorithm and programming subjects. This is one of the factors that causes the number of graduates to be considerably less than the number of students enrolled in these courses.

This research aims to investigate the evolution of skills related to mathematical and programming structure contents and to identify the possible predictors that may influence this evolution in the subject of programming logic in a technical course in computing, throughout a school year.

In order to analyze the development of students' skills, we created a categorical system (Skills Complexity Taxonomy - TCH) based on two aspects: the complexity structure of Dynamic Skills Theory; and the abilities identified in the didactic material provided by the teachers of programming logic subject who work in the school studied. From this categorical system, we created data gathering instruments (knowledge tests) which were validated and applied, during the 2014 academic year, to 71 students in two classes of the technical high school course of Information Technology in the integrated modality. Both the categorical system and the tests were created based on the conception of hierarchical complexity. The students' answers were tabulated according to categories in an answer matrix, which was submitted to Rasch modeling. The objective of this modeling is to access latent variables to provide an interval scale of proficiency of the individuals, besides the parameters of difficulty of the items. Both student proficiency and item difficulty are measured in the same unit (logit) and form a "ruler" which allows calculating the differences between the measures in the skills investigated in this research during the 2014 school year.

The categorical system used to create the knowledge tests was based on a psychometric model of contents. After analyzing the adequacy of the empirical data to the initial theoretical

model, this psychometric model became a new model of two facets: content and complexity. This change occurred due to the resulting grouping of the items in the factorial analyzes. The creation of this psychometric model was of great importance from the methodological point of view as it gave better support to the investigation of latent traits.

According to our results, in relation to the complexity dimension, by end of the school year: 1) our students learned better the less complex items; 2) they had a more or less stable trajectory in the items of medium complexity without many proficiency gains; 3) and they had a quite oscillating behavior in the items of greater complexity, which was already expected for more complex subjects. Regarding the content dimension, the students had less difficulty in the contents of mathematical knowledge and a higher degree of difficulty in the contents of the programming structure. In addition to this, the hybrid contents, which encompass solutions of mathematical problems with the use of algorithms, were the most difficult for the students. This result is a first indication of the difficulty for students to transfer knowledge of a certain level of complexity from one area of knowledge to another. We observed that the same problems of mathematical knowledge seem to become much more difficult when involving algorithm implementation. With regard to the contents of programming structures, students were able to learn better the content of decision structures which are taught in the first unit, providing a longer contact time with this content throughout the year. Furthermore, decision structures does not have the same level of abstraction found in the contents related to loops and unidimensional and two-dimensional arrays. The decision structure items also have a very intuitive characteristic as this structure is more present in the students' daily life.

Regarding the possible predictors that may influence students' progress in skills of mathematical knowledge and programming structure, we used the predictors as sex, shift, school repetition, interested in mathematics, interested in reading and previous school. The result of the predictor analysis indicated that shift, repetition, and interested in reading made

no difference to student learning. This result also indicated that predictors as sex, previous school and interested in mathematics can make a difference in learning. The predictor that indicated the most significant differences was the interested in mathematics: students who declared themselves to like mathematics a lot had a differentiated proficiency from the rest of the students, that is, they had a higher average than the others.

We consider that the identification of students' difficulties in some specific skills or in the development of certain skills has given us more consistent evidence on the reality that affects the great majority of students in programming logic. It also allowed us to better identify the origin of repetitions and dropouts and to better understand these processes.

Key-Words: abstract skills, skill development, programming logic, Rasch models, methodology

1. INTRODUÇÃO

A presente pesquisa tem como objetivo investigar a evolução das habilidades relacionadas aos conteúdos de matemática e estrutura de programação, na disciplina de lógica de programação, em um curso técnico em informática, ao longo do ano letivo. Assim como identificar os possíveis preditores que possam influenciar esta evolução.

O mercado tecnológico, especialmente o de tecnologia da informação tem apresentado um ótimo crescimento nos últimos anos. O Brasil é o 5º maior mercado interno de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) e ocupa o 7º lugar em Tecnologia de Informação (TI), de acordo com a BRASSCOM (Associação Brasileira das Empresas de Tecnologia da Informação e Comunicação). De acordo com estudos realizados pela BRASSCOM, até 2014 seriam abertas 78 mil vagas para profissionais especializados em tecnologia da informação no Distrito Federal e em sete estados – São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná Rio Grande do Sul, Minas, Bahia e Pernambuco. Mas, segundo o mesmo estudo, nem mesmo a metade das vagas seriam atendidas, uma vez que apenas 33 mil estudantes teriam concluído o curso naquelas localidades, e ocorreria um aumento da falta de profissionais de TI, sendo o déficit de 130 mil profissionais no ano de 2013. (RODRIGUES, 2013)

A disciplina de Lógica de Programação é oferecida sempre no primeiro período dos diversos cursos existentes na área de tecnologia da informação, sejam eles do nível médio técnico, ou superior (bacharelado ou tecnológico). Os cursos são oferecidos sob diversos títulos, dentre eles técnico em informática, técnico em tecnologia da informação, técnico em programação Web, superior em análise de sistemas, superior em ciência da computação, tecnólogo em análise e desenvolvimento de sistemas.

Em comum, todos estes cursos têm um alto nível de desistência e repetência, gerando altos índices de evasão. De acordo com Rodrigues (2013), apesar de ter havido um aumento

na quantidade dos cursos na área de computação (entre 2001 e 2011 – dados do INEP), aumentando assim o número de vagas oferecidas, de candidatos inscritos nos processos seletivos, de matrículas e de concluintes, percebe-se que a quantidade de vagas oferecidas é sempre superior ao número de ingressos. Rodrigues (2013) também analisou o fluxo de entrada e saída, também através dos dados do INEP, e percebeu a superioridade da quantidade de ingressantes em relação às quantidades de concluintes (diplomados) para o período considerado, concluindo que o número de evadidos se mostra superior ao número de concluintes em todos os anos considerados e para todos os cursos da área de computação. Um dos gargalos destes cursos é o alto índice de reprovação e/ou evasão, desde o início do curso, em disciplinas de algoritmo e programação. Este é um dos fatores que fazem com que a quantidade de egressos concluintes seja consideravelmente inferior à quantidade de entradas nesses cursos (PEREIRA JÚNIOR et al, 2005).

A falta de sucesso dos alunos na disciplina de lógica de programação tem diversos motivos: desde a dificuldade de interpretação do próprio problema, antes mesmo do uso da linguagem matemática ou lógica estruturada (FALKEMBACH et al, 2003), passando pela dificuldade de resolução de problemas, ou seja, transpor o problema em algoritmos, depois de entendido o problema (CAMPOS, 2009; GOMES, 2008), e principalmente, dificuldades ligadas a lacunas em conhecimento matemático e abstração (GOMES E MENDES, 2006; RODRIGUES, 2002; GARCIA et al, 2008; GOMES, 2008).

Sendo assim, guiados pela ampla bibliografia que relata como causa a imensa lacuna em conhecimentos matemáticos e abstração, desenvolvemos nosso sistema categórico, amparado na teoria de habilidades dinâmicas, que serviu de base para os instrumentos de coleta – testes de conhecimento, com base em dois macro conteúdos: conhecimento matemático e estruturas de programação. Nos propusemos a estudar o desenvolvimento destas habilidades envolvendo estes dois macro conteúdos ao longo do ano letivo, para identificar em que conteúdos os

alunos encontram maiores dificuldades, assim como em quais conteúdos eles encontram dificuldade em utilizar a abstração para transpor um problema em um algoritmo, e portanto esclarecer questões tão importantes para a área de tecnologia. Nossa sistema categórico permite não só saber se o aluno atingiu ou não o objetivo final, que é acertar completamente a questão, mas permite acompanhar o caminhar através dos seus níveis ascendentes de complexidade hierárquica, que vão desde as exigências mais simples de cada tipo de questão, até o ponto mais complexo, que seria a resolução de toda a questão. Assim, acreditamos que poderemos ter um diagnóstico mais preciso nos pontos em que se encontram os problemas na disciplina de lógica de programação.

A metodologia utilizada para investigar a evolução das habilidades relacionadas aos conteúdos de conhecimento matemático e estruturas de programação, na disciplina de lógica de programação, foi baseada em instrumentos de coleta e ferramentas de análise desenvolvidos por Amantes (2009) e Coelho (2011), que investigaram a evolução do entendimento dos estudantes em conteúdos científicos e tecnológicos, e a evolução no entendimento de conceitos de eletricidade.

A pesquisa tem caráter longitudinal, pois os mesmos sujeitos foram investigados durante todo o ano letivo de 2014. Foram 9 ondas de medida (foram aplicados 9 instrumentos durante o ano) para os alunos que cursavam o nível médio técnico na modalidade integrada. Por modalidade integrada entende-se que o aluno faz o curso técnico concomitantemente com o curso do ensino médio, com duração de 4 anos.

Consideramos que esta pesquisa tem potencial para impacto na educação tecnológica, uma vez que abre espaço para discussão de obstáculos que limitam a formação de profissionais na área de tecnologia. De acordo com pesquisa da FGV, divulgada em 2011, até 2014 teríamos um déficit de 800 mil vagas no setor, e, apenas 15% dos alunos que iniciam os cursos de tecnologia terminam as graduações (MILAGRE, 2011). Assim, a identificação das

dificuldades dos alunos em algumas habilidades específicas ou no desenvolvimento de outras habilidades, poderá nos dar indícios mais consistentes sobre a realidade que acomete a grande maioria dos alunos de lógica de programação, identificando melhor a origem das repetências e evasões, e contribuindo assim para o melhor entendimento sobre esses processos.

Em relação à contribuição do trabalho conduzido para a pesquisa na área de ensino, ressaltamos a importância da construção do sistema categórico (TCH) na concepção hierárquica fornecida pela Teoria das Habilidades Dinâmicas (FISHER, 1980) e sua utilização na construção de instrumentos que objetivam interpretar traços latentes dos alunos. Estes traços latentes podem ser concebidos como habilidade, entendimento, compreensão ou outros relacionados ao processo de aprendizagem.

Este trabalho se inicia com a apresentação da pesquisa, explicitando o objetivo geral e específicos, sujeitos e contexto, suporte e desenho de pesquisa. No capítulo seguinte apresentamos o nosso referencial teórico, relacionado ao desenvolvimento cognitivo, lógica de programação e Modelagem Rasch.

Em seguida, no capítulo de metodologia, apresentamos a construção e validação do sistema categórico, a coleta de dados com a construção e aplicação dos instrumentos e os métodos de análise das respostas dos estudantes.

Em seguida, fazemos duas análises: a análise 1, que trata do modelo psicométrico e a análise 2, que trata da aprendizagem.

Na análise 1, do modelo psicométrico, tratamos da construção e estudo do modelo e ajuste do modelo psicométrico.

Na análise 2, da aprendizagem, tratamos da análise do desempenho geral e do desempenho nas dimensões específicas de habilidade quanto à complexidade e ao conteúdo. Fizemos também uma análise qualitativa de desempenho segundo o conteúdo dos itens.

Finalmente, encerramos a tese com as considerações finais.

2. A PESQUISADORA

Sou docente e pesquisadora do curso de Tecnologia da Informação no Campus do Instituto Federal onde foi realizada a pesquisa. Sou graduada em Informática, mestre em Modelagem Computacional, e agora, doutoranda em Ensino de Ciências.

Minha primeira experiência formal na área de ensino foi durante o meu primeiro estágio, quando cursava a graduação. Lecionei em uma escolinha de computação para crianças e tive alunos com idades que variavam entre 6 e 15 anos. Naquele momento, o conteúdo das aulas não era relacionado ao aprendizado de programação, e sim à jogos educativos. Durante todo o curso fiz estágios na área de desenvolvimento, suporte de sistemas e em laboratórios de universidades, dando monitoria.

Hoje, no instituto, leciono disciplinas técnicas do curso de Tecnologia da Informação, incluindo disciplinas de programação, apesar de ainda não ter lecionado a primeira disciplina de programação do curso, Lógica de Programação. No entanto, sempre acompanhei os índices de evasão e repetência, e este foi o motivo que me levou a fazer esta pesquisa. Sempre percebi que a quantidade de alunos formados, principalmente na modalidade subsequente, era bem inferior ao número de entradas devido ao grande número de desistências e evasões logo no primeiro semestre. Na modalidade integrada, praticamente metade das turmas (matutino e vespertino) eram reprovadas.

Nas disciplinas de programação que leciono, subsequentes à disciplina de lógica de programação, sempre observei que muitos problemas ocorriam porque os alunos ainda tinham dificuldades conceituais e de implementação em estruturas de programação. Ou seja, as dificuldades vividas pelos alunos no primeiro semestre do curso ainda os acompanhavam durante todo o percurso na instituição.

Logo, considero de fundamental importância a investigação desta questão crítica visto que

a grande reprovação na disciplina de Lógica de Programação não ocorre somente neste campus e neste instituto, mas é uma questão global dos cursos de tecnologia da informação, sejam eles nível médio técnico ou superior.

3. APRESENTAÇÃO

Neste capítulo, descreveremos o objetivo geral e específicos, assim como os sujeitos, contexto, suporte e o desenho da pesquisa, o que dará uma perspectiva geral das etapas e como esta foi realizada.

3.1. OBJETIVOS

A presente pesquisa tem como objetivo geral investigar a evolução das habilidades relacionadas aos conteúdos de conhecimento matemático e estruturas de programação, na disciplina de lógica de programação, em um curso Técnico em Informática, ao longo do ano letivo de 2014, assim como identificar os possíveis preditores que possam influenciar esta evolução.

Escolhemos investigar os macro conteúdos conhecimento matemático e estruturas de programação, amparados por uma ampla bibliografia que relata, como causa das dificuldades na disciplina de lógica de programação, uma imensa lacuna em conhecimentos matemáticos e habilidade para abstração (GOMES E MENDES, 2006; RODRIGUES, 2002; GARCIA et al, 2008).

Para que o objetivo geral fosse atingido, temos os seguintes objetivos específicos:

- a) Identificar as habilidades e seus respectivos graus de dificuldade exigidos na disciplina de lógica de programação;
- b) Avaliar o desenvolvimento das habilidades pelos alunos durante um ano letivo;
- c) Identificar as dificuldades apresentadas pelos estudantes em relação aos conteúdos de estrutura de programação e matemática;
- d) Verificar os possíveis preditores do desenvolvimento de habilidades.

Para atender ao primeiro objetivo específico, fizemos uma análise exploratória do material didático (slides teóricos, listas de exercícios e provas) dos professores de lógica de programação da escola na qual ocorreu a pesquisa, para o subsequente mapeamento de habilidades, classificando-as quanto ao tipo e nível de dificuldade. Esta análise nos deu subsídios para a construção do sistema categórico, pautado na Teoria de Habilidades Dinâmicas (FISCHER, 1980), estabelecendo níveis hierárquicos de complexidade para as habilidades mapeadas.

O segundo objetivo específico, avaliar o desenvolvimento das habilidades pelos alunos durante um ano/semestre letivo, foi atingido a partir de três passos: construção, validação e aplicação do instrumento de coleta (com base no sistema categórico) em 9 ondas de medida.

Já o terceiro objetivo específico, identificar as dificuldades apresentadas pelos estudantes em relação aos conteúdos de estruturas de programação e matemática, foi atingido através da análise quantitativa da evolução das habilidades e da interpretação qualitativa dos mapas de itens.

A análise quantitativa da evolução das habilidades abarcou a elaboração de um modelo psicométrico e sua validação, utilizado para realizar a modelagem Rasch com o intuito de acessar os traços latentes em diferentes ondas de medida. Com esse procedimento, traçamos as trajetórias de aprendizagem (entendida em termos da evolução das habilidades). Estas trajetórias de aprendizagem foram traçadas tanto ao nível do desenvolvimento geral, quanto divididas por dimensões de conteúdo e complexidade, respeitando o modelo psicométrico final validado.

Já com a interpretação qualitativa dos mapas de itens foi possível acompanhar a evolução da proficiência dos alunos e a mudança nos índices de dificuldade dos itens, durante o decorrer das ondas de medida, permitindo analisar quais os conteúdos de itens em que os alunos tiveram mais dificuldades e quais os conteúdos de itens em que os alunos apresentaram

um maior aumento de proficiência.

Já o quarto objetivo específico, verificar os possíveis preditores do desenvolvimento de habilidades, foi atingido através da análise de desempenho geral dos alunos em relação a diferentes preditores para verificar quais deles poderiam influenciar as trajetórias. Utilizamos os preditores sexo, turno, turma, repetência escolar, gosto por matemática, gosto por leitura e escola anterior.

3.2. SUJEITOS E CONTEXTO

O campus no qual a pesquisa foi realizada faz parte da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica, que teve origem através do decreto nº 7.566, durante o governo do Presidente Nilo Peçanha, através da criação das Escola de Aprendizes Artífices. Naquele momento, as escolas foram criadas nas capitais dos estados do Brasil e tinham como objetivo oferecer educação profissional para a população em situação de vulnerabilidade econômica. Inicialmente, os cursos oferecidos eram: alfaiataria, encadernação, ferraria, marcenaria e sapataria.

Com a implantação do Estado Novo, em 1937, havia uma preocupação em atingir metas referentes à formação de força de trabalho. Sendo assim, as Escolas de Artífices foram transformadas em Liceus Industriais. Nos primeiros anos de funcionamento do Liceu, no estado da escola na qual a pesquisa foi realizada, foram oferecidos doze cursos: alfaiataria, carpintaria, encadernação, fototécnica, fundição, marcenaria, mecânica, modelagens de fundição, sapataria, serralheria, tipografia e vimaria.

Em 1942, em função do decreto-lei nº 4.127, foram instituídas as bases de organização para o estabelecimento do ensino industrial, passando então a se chamar de Escola Técnica, ao invés de Liceu. Um conjunto de reformas, ainda em 1942 (decretos 4.127 e 4.073), veio a

consolidar ainda mais as instituições de ensino às demandas do ramo industrial. De 1954 a 1957 foram criados importantes cursos: estradas, edificações e química. Estes cursos estavam intimamente atrelados à implantação e expansão da industrialização do Estado em que se localiza a escola, principalmente a indústria do petróleo, com a criação da Petrobrás. Nos anos 1960, através de um plano que buscava apresentar às empresas do Estado a importância de uma escola técnica para a formação de profissionais capacitados, foram criados mais dois cursos: eletrotécnica e mecânica.

Nos anos 1970, a escola já tinha reconhecimento de excelência, sendo sinônimo de inserção no mundo do trabalho, com cursos adaptados para as demandas do maior polo industrial do hemisfério sul, que seria implantado no Estado em 1978. Esta alta empregabilidade, experimentada pelos alunos e ex-alunos da escola, tornou a instituição a primeira opção dos adolescentes que buscavam inserção no mercado de trabalho.

Mais tarde, a instituição também passou a oferecer cursos do terceiro grau: administração hoteleira, manutenção mecânica, manutenção elétrica, manutenção petroquímica, processos petroquímicos e telecomunicações. Quanto aos cursos de segundo grau, a instituição disponibilizou as formações em edificações, eletrônica, eletrotécnica, estradas, geologia, instrumentação, mecânica, metalurgia e química. Também houve a descentralização, a transformação em Centros Federais de Educação Tecnológica, com a criação de escolas em outras cidades do Estado, e não só na capital. A expansão foi pensada de acordo com as demandas locais destas cidades, principalmente em relação ao caráter econômico. Também foram estimulados o surgimento de cursos de pós-graduação.

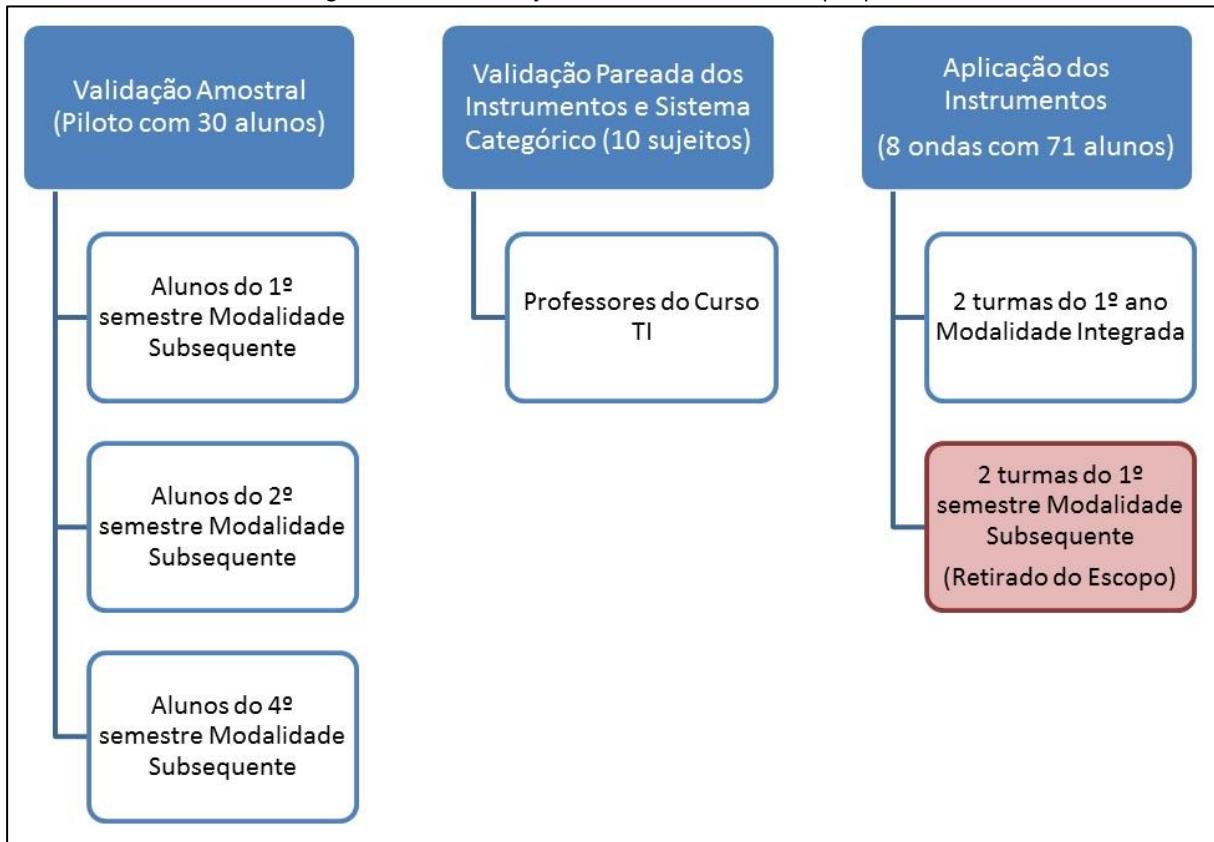
Em 2008, com a criação da Lei nº 11.892, os antigos Centros Federais e as Escolas Agrotécnicas passaram a compor a Rede Federal de Ensino Profissional, passando a se chamar Instituto Federal de Ciência e Tecnologia. Esta mudança veio acompanhada de uma grande expansão no número de campis e no número de vagas, passando a atender um número muito

maior de municípios, levando o ensino integrado (ensino médio e profissional), subsequente técnico e superior a cada vez mais pessoas.

Atualmente, o estado possui 19 campis. Os cursos técnicos em informática na modalidade integrada estão presentes em 14 campis, na modalidade subsequente estão presentes em 10 campis, e, na modalidade superior, estão presentes em 6 campis. A maioria destes cursos é recente, provenientes da expansão de 2008. Observa-se que os cursos de Tecnologia da Informação (TI) ocorrem em número significativo nos campis do instituto.

Com relação aos sujeitos participantes, a pesquisa contou com diferentes tipos de sujeitos durante as várias fases da sua condução. Na Figura 1 temos a representação dos sujeitos em suas respectivas fases. Durante o teste piloto, participaram estudantes do nível médio técnico da modalidade subsequente. Aplicamos os instrumentos pilotos em 3 turmas do primeiro, segundo e quarto semestre, totalizando 30 alunos. As respostas destes alunos contribuíram para o ajuste dos instrumentos, que foram reformulados e aplicados na etapa subsequente da pesquisa.

Figura 1 - Diferentes sujeitos nas diferentes fases da pesquisa



Fonte: própria autora

Para a validação dos instrumentos modificados após a execução do teste piloto, contamos com a colaboração de 10 professores do corpo docente do curso de TI da escola na qual a pesquisa foi realizada. Aos professores, foi entregue um questionário de validação, no qual eles avaliaram o nosso sistema categórico (TCH) e os nossos instrumentos (testes de conhecimento). A validação por pares foi feita utilizando coeficiente Kappa.

Enfim, participaram da fase de aplicação dos instrumentos duas turmas do 1º ano do curso médio técnico, modalidade integrada (turnos matutino e vespertino), e duas turmas do 1º semestre do curso médio técnico, modalidade subsequente (turno noturno). Para o escopo desta tese, decidimos analisar somente os alunos da modalidade integrada. Esta decisão foi tomada devido ao fato de o regime da modalidade integrada ser anual e o regime da modalidade subsequente ser semestral. Como estamos tratando de unidades diferentes em relação à variável tempo, tivemos dificuldades de parear as amostras em termos de

instrumentos aplicados e tempo de execução, o que poderia enviesar nossa análise sem os devidos cuidados para equalizar os dados. Esse tratamento inicial para garantir que a amostra pudesse agregar as duas modalidades demandaria um tempo do qual não dispomos para condução desse trabalho. Dessa maneira, optamos pela amostra com mais alunos e que nos forneceu mais dados (ondas de medidas) no decorrer da coleta.

A amostra desta pesquisa consiste em alunos da modalidade integrada nos turnos matutino e vespertino, é composta inicialmente por 79 alunos, dos quais 30 do sexo masculino, 49 do sexo feminino. Retiramos da amostra inicial (somatório de alunos destas duas turmas) os alunos que evadiram ou os que faltaram a uma quantidade significativa (a maioria) de aplicação de instrumentos, o que nos forneceu, ao final, 71 estudantes participantes, dos quais 47 eram do sexo feminino e 24 do sexo masculino.

Os alunos do turno matutino têm entre 14 e 16 anos, os do turno vespertino têm entre 13 e 17 anos (termo de consentimento e livre esclarecimento no apêndice 1). Vale a pena ressaltar que na turma do 1º ano matutino havia um deficiente visual, com cegueira total desde que nasceu, que não foi incluído na investigação, apesar de participar das aulas, pois haveria necessidade de mudança nos procedimentos de coleta e um procedimento específico para analisar os dados desse aluno, principalmente em relação à interpretação do seu material, o que poderia fugir do propósito inicial da pesquisa. Por se tratar do primeiro aluno com cegueira total, os docentes da escola ainda iriam passar pelo aprendizado de transformação dos materiais para torná-los comprehensíveis ao aluno. Alguns treinamentos ainda seriam dados aos docentes, que incluíam por exemplo, criação de materiais com relevos ou texturas diferenciadas e técnicas de descrição falada de imagens, sendo que não haveria tempo hábil para aprendizado e transformação dos instrumentos de forma a atender ao aluno, pois a aplicação teria que ser feita naquele momento, e o banco de itens não havia sido pensado para esta situação particular. Por decisão metodológica, eu decidi optar não incluí-lo pois

transformações inadequadas poderiam influenciar no resultado. Vale a pena ressaltar que, no momento das aplicações, o aluno estava sempre fazendo atividades pendentes de outras disciplinas, pois havia a flexibilidade de tempo de execução e entrega para o referido aluno. Também houve uma preferencia por parte do aluno em adiantar os trabalhos durante a aplicação dos instrumentos.

A turma do primeiro ano turno matutino era formada basicamente por alunos novatos, que estavam cursando o primeiro ano do ensino médio técnico na escola pela primeira vez, com exceção de um aluno que estava fazendo o 1º ano pela segunda vez. Este aluno era originalmente do turno vespertino, mas pediu transferência para o matutino logo no início do ano letivo.

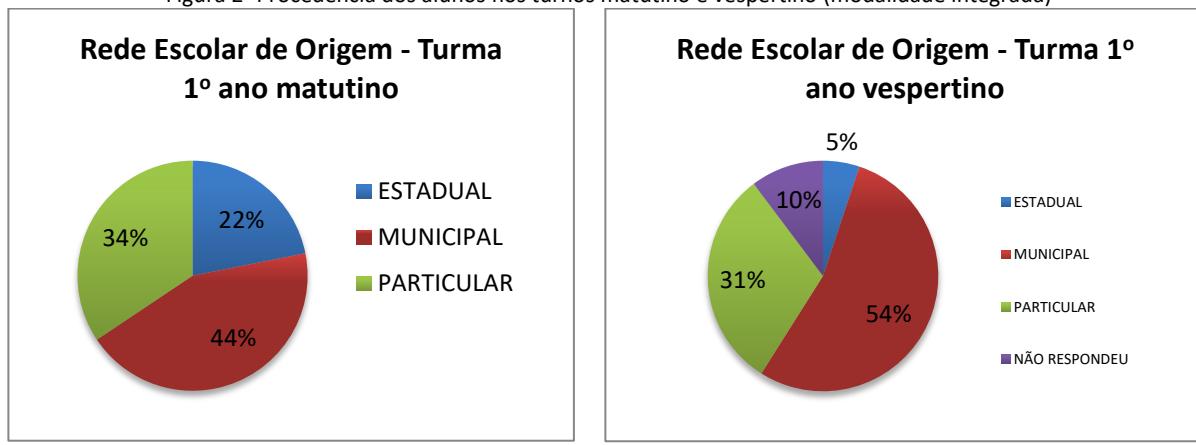
Já a turma do vespertino, em sua maioria, era formada por repetentes, representando 62% da turma. Este cenário acontece devido ao processo seletivo anual, que oferece vagas para alunos novatos apenas para o turno matutino. Como a repetência é sempre muito grande e suficiente para completar quase uma turma inteira, os alunos repetentes são remanejados para o turno vespertino. O número complementar de alunos para formar a turma do turno vespertino é chamado da lista do processo seletivo, nas posições de classificação subsequentes aos alunos aprovados para o turno matutino. Esta prática vem sendo inclusive discutida nos conselhos de classe, mas ainda não foi formada nenhuma opinião e nem tomada nenhuma ação sobre isto.

Na minha percepção, há uma diferença notável dos índices de persistência entre os alunos do turno noturno, modalidade subsequente (que não fazem parte do escopo de análise desta tese, por motivos já explicados), e os alunos da modalidade integrada, turno diurno. As turmas do curso subsequente experimentam uma alta taxa de evasão logo no primeiro semestre. Provavelmente este fato seja explicado pela diferença marcante entre os cursos da modalidade integrada e subsequente. Os alunos da modalidade integrada, que ainda não

fizeram o ensino médio, procuram a escola por se tratar de uma instituição de qualidade e que prepara bem para o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio), embora este não seja o objetivo final. Portanto, mesmo que eles sejam reprovados, ainda persistem, pois estão muito interessados em terminar o ensino médio e entrar em uma universidade, de preferência pública. Já os alunos do noturno, que já concluíram o ensino médio, não têm esse intuito, estando mais interessados no caráter profissionalizante do curso. Assim, a repetência ou o sentimento de falta de afinidade com as disciplinas do curso acabam sendo alguns dos motivos de evasão.

Logo no primeiro dia de aula do ano ou semestre letivo, fizemos uma pesquisa para conhecer o perfil dos alunos. Este levantamento foi feito através de um questionário interpessoal (apêndice 2) e através deste pudemos levantar informações importantes para a nossa investigação. A Figura 2 apresenta informações com relação à procedência dos alunos nas turmas do turno matutino e vespertino.

Figura 2- Procedência dos alunos nos turnos matutino e vespertino (modalidade integrada)



Fonte: dados da pesquisa

Os alunos do turnos matutino e vespertino vêm, em sua maioria, das redes municipal e particular. Os alunos egressos da rede pública representam 66% da turma do turno matutino e 59% da turma do turno vespertino. Os alunos oriundos da rede estadual são os que já tinham iniciado o ensino médio em outra escola e após serem aprovados no Ensino Médio Técnico do Governo Federal, optaram por cursar na escola onde ocorreu a pesquisa. Este movimento de

migração (da rede estadual para rede federal) foi um pouco maior no ano letivo de 2014, pois as aulas iniciaram no mês de agosto do ano civil de 2014, fazendo com que muitos alunos chegassem a iniciar os estudos na rede estadual antes de ingressar na nossa escola. O motivo desta data para o início do ano letivo foi uma sequência de greves.

No turno vespertino, temos uma aluna oriunda da rede federal. Trata-se de uma estudante transferida de uma Escola Agrotécnica Federal do mesmo estado. Esta aluna somente iniciou o ano em outra escola da rede federal, mas mudou de cidade e pediu a transferência para o campus atual.

Com relação ao motivo que os levou a fazer o curso de TI, o Gráfico 1 mostra informações sobre a turma do turno matutino, e o Gráfico 2 mostra informações sobre os alunos do turno vespertino.

Gráfico 1- Razão da escolha pelo curso de TI - turma 1º ano matutino

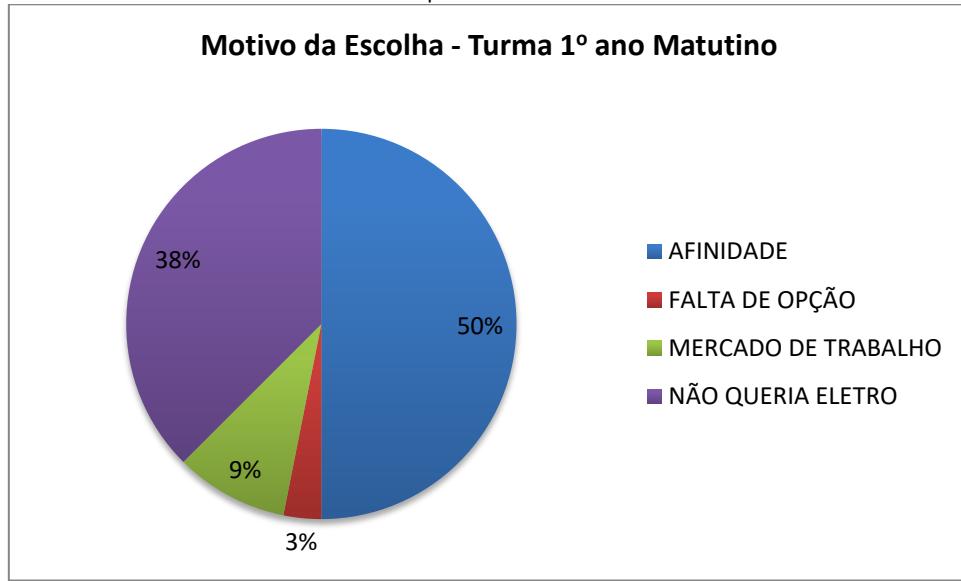
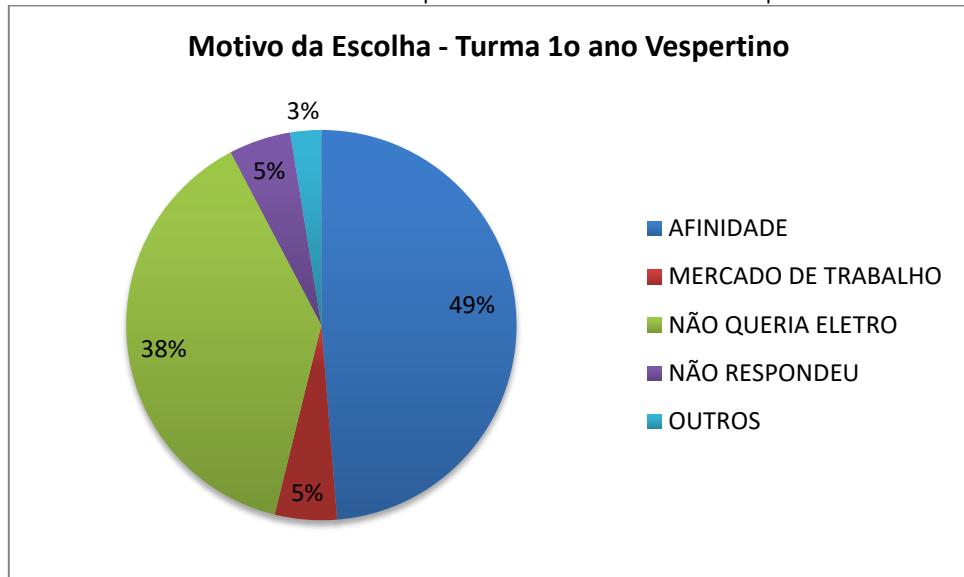


Gráfico 2 - Razão da escolha pelo curso de TI - turma 1º ano vespertino



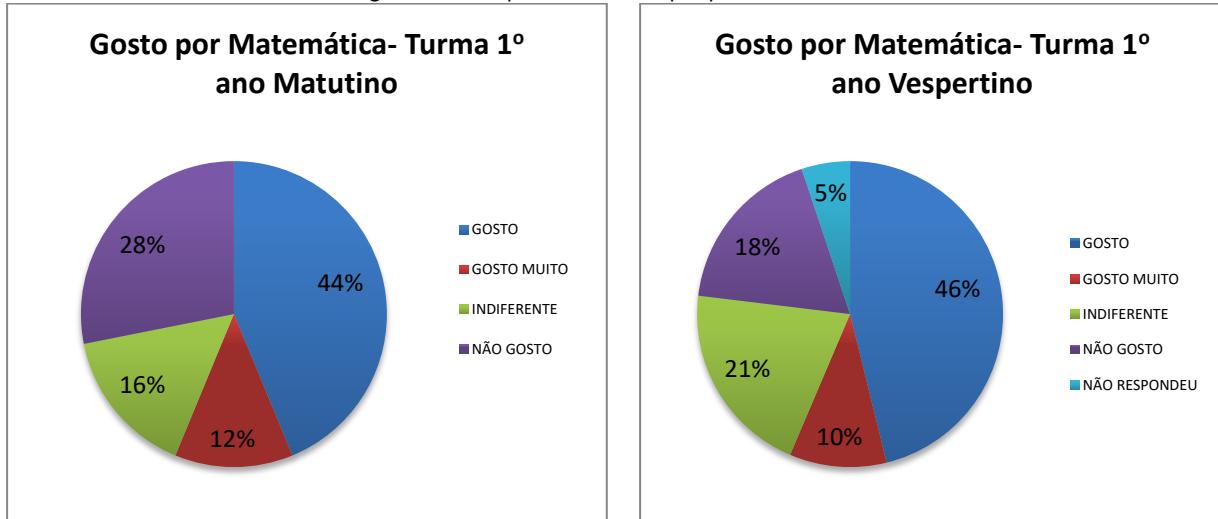
Fonte: dados da pesquisa

De acordo com esses gráficos, podemos observar que a maioria dos alunos da modalidade integrada, matutino – 50% e vespertino – 49%, diz escolher TI pela afinidade e em seguida por não querer cursar o curso de eletrotécnica (o outro único curso da modalidade integrada oferecido no campus). Interpretamos que esta afinidade tenha mais a ver com familiaridade com dispositivos tecnológicos a exemplo de computadores, notebooks, celulares, tablets e outros eletrônicos com os quais os alunos mantêm contato. A grande maioria dos alunos nunca teve contato com programação de computadores e desconhece os aspectos que envolvem raciocínio lógico e matemático antes de adentrar o curso. Esta situação foi ainda confirmada no primeiro dia de aula quando eu perguntei aos alunos se eles já tinham tido contato com programação de computadores. A resposta da maioria foi negativa. O único aluno da turma que já tinha tido contato anterior com programação de computadores foi o aluno cego, que não foi incluído na amostra dessa pesquisa.

Outro fator que deve ser considerado é que o mercado de trabalho não foi um ponto predominante na escolha do curso, pelos alunos da modalidade integrada.

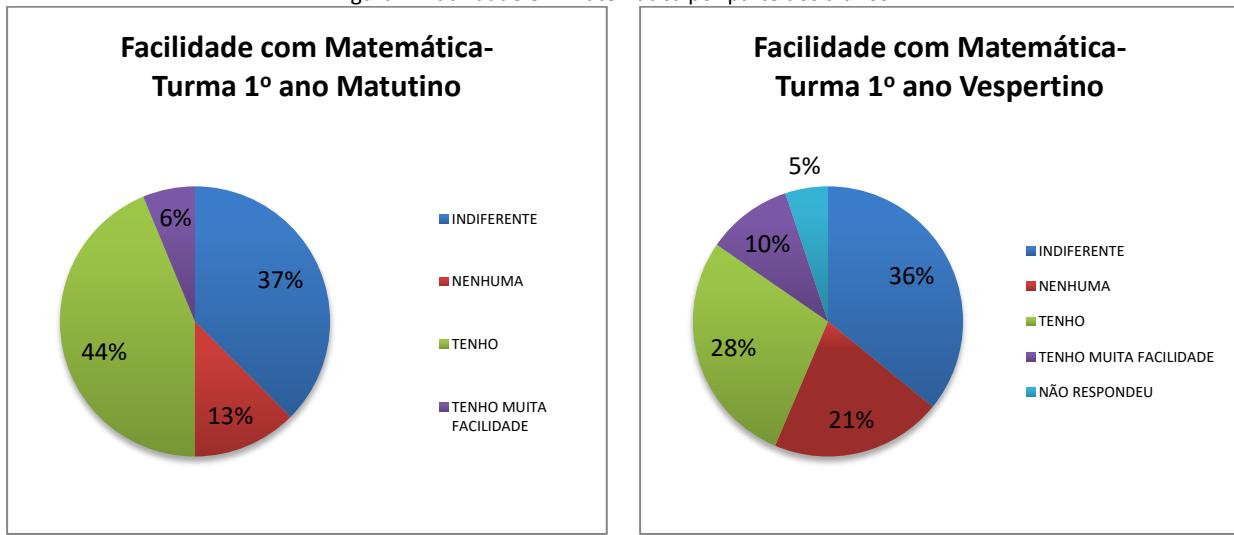
Com relação ao gosto e a facilidade dos alunos em matemática, as informações estão apresentadas na Figura 3 e na Figura 4. Nas turmas do turno matutino e vespertino, a quantidade de alunos que afirmou gostar de matemática representa quase 50% do total de alunos. No entanto, ao serem questionados sobre a facilidade que eles têm com a disciplina, somente 6% e 10% declararam ter muita facilidade, considerado as mesmas turmas.

Figura 3- Gosto por Matemática por parte dos alunos



Fonte: dados da pesquisa

Figura 4- Facilidade em Matemática por parte dos alunos

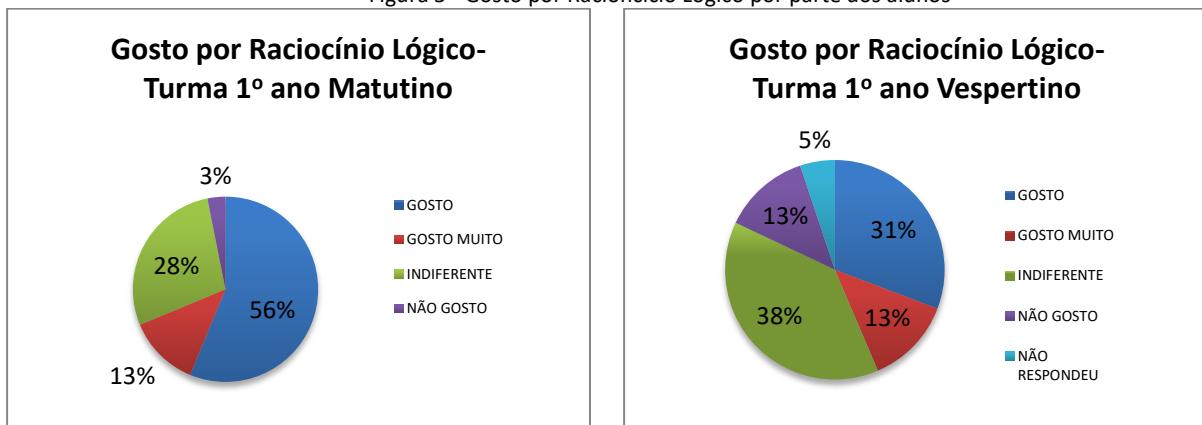


Fonte: dados da pesquisa

Com relação ao gosto e à facilidade em trabalhar com raciocínio lógico, pela Figura 5 e Figura 6 podemos observar que na turma do turno matutino, na qual a maioria é de alunos novatos, o percentual mais significativo é de alunos que gostam de trabalhar com raciocínio lógico. Já na turma do turno vespertino, na qual a maioria dos alunos é repetente, o percentual

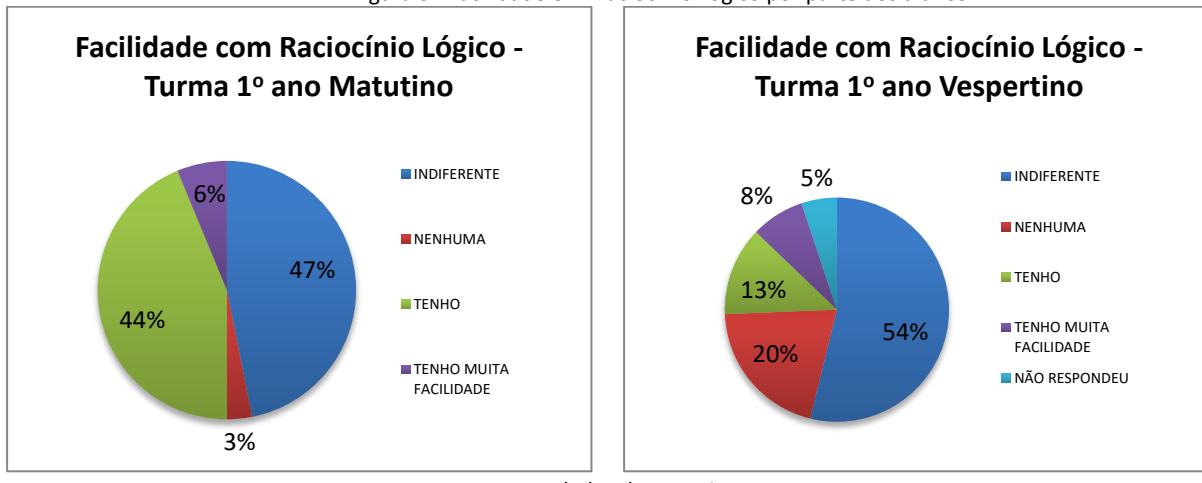
mais significativo é formado por alunos que se declaram indiferentes ao gosto por raciocínio lógico. Talvez, por intuição docente, uma explicação para este maior número de alunos indiferentes com relação ao gosto por raciocínio lógico no turno vespertino venha das dificuldades encontradas nas resoluções de problemas na disciplina de lógica de programação. Com relação à facilidade, os alunos das duas turmas se declaram indiferentes em sua maioria.

Figura 5 - Gosto por Racioncínio Lógico por parte dos alunos



Fonte: dados da pesquisa

Figura 6 - Facilidade em Raciocínio Lógico por parte dos alunos

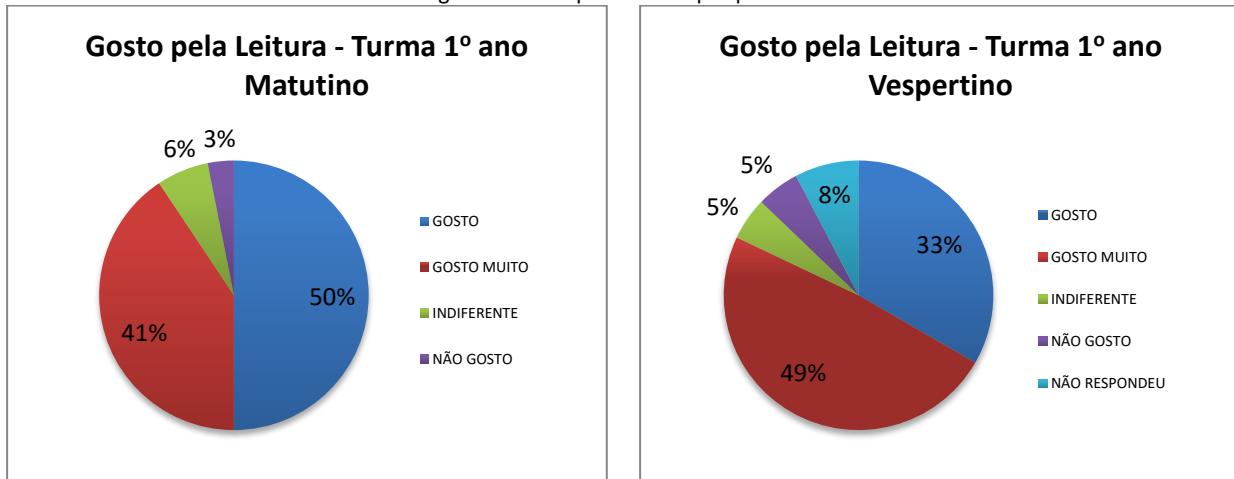


Fonte: dados da pesquisa

Enfim, com relação ao gosto pela leitura, a Figura 7 apresenta informações referentes às duas turmas. Podemos observar que a maioria dos alunos das duas declarou que gosta ou gosta muito de ler (91% na turma do turno matutino e 82% na turma do turno vespertino). Esta característica é muito importante não somente na disciplina de lógica de programação, mas em todo o curso. Na disciplina de lógica de programação, em especial, muitos problemas

acontecem devido à falta de uma interpretação correta do enunciado. O foco do desenvolvimento dos algoritmos está na análise correta de um problema para que, a partir da introdução, seja encaminhada para a solução. Portanto, esta característica se mostra bastante importante.

Figura 7- Gosto pela Leitura por parte dos alunos



Fonte: dados da pesquisa

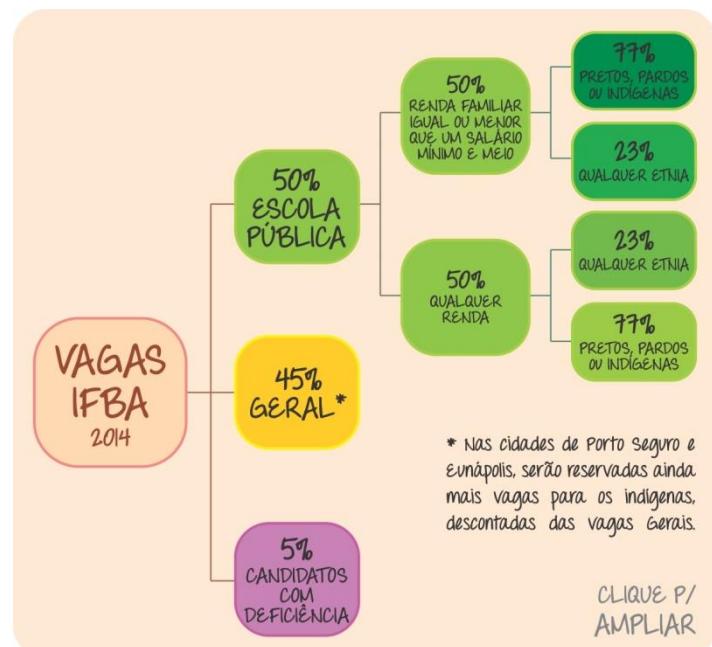
Esses indicadores levantados no questionário (gosto e facilidade em matemática e raciocínio lógico e gosto pela leitura, entre outros) serão avaliados enquanto possíveis preditores, para investigar se há relações com o desenvolvimento de habilidades durante o curso. Eles são importantes para o conhecimento do contexto, e concordamos que são limitados para o estabelecimento de explicações causais; contudo, eles podem ser úteis para entender o desenvolvimento de habilidades a partir do modelo teórico que estabelecemos.

A inserção dos possíveis preditores no modelo teórico partiu da intuição e do ponto de vista docente da pesquisadora. Logo, o questionário para traçar o perfil e identificação dos possíveis preditores teve como parâmetro esse olhar. Dessa forma, de antemão, não temos como saber se realmente os indicativos levantados serão confirmados como preditores que ajudam a explicar o desenvolvimento de habilidades, por isso realizamos procedimentos

estatísticos para avaliar quais deles possam se configurar como elementos explicativos desse processo.

O ingresso dos estudantes na escola acontece através do processo seletivo anual. Ao fazer a inscrição, os alunos já optam pelo curso que desejam cursar. O instituto mantém uma política de cotas no processo seletivo (Figura 8). Em obediência à Lei nº 12.711/2012, ao Decreto nº 7.824/2012 e à Portaria Normativa do MEC nº 18 de 11/10/2012, fica estabelecido o sistema de reserva de 50% (cinquenta por cento) das vagas para estudantes que cursaram integralmente o ensino fundamental em escolas públicas. No preenchimento destas vagas, 50% (cinquenta por cento) são reservadas aos estudantes oriundos de famílias com renda igual ou inferior a 1,5 salário-mínimo (um salário-mínimo e meio) per capita. Essas vagas são preenchidas, por curso e turno, por autodeclarados pretos, pardos e indígenas, em proporção no mínimo igual à de pretos, pardos e indígenas na população do Estado da Bahia, segundo o último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que equivale a 77% (setenta e sete por cento).

Figura 8 – Distribuição das vagas pela política de cotas



Fonte: <http://portal.ifba.edu.br/prosel-2015/reserva-de-vagas-processo-seletivo-2015.html>

No processo seletivo, são oferecidas 40 vagas predominantemente matutinas (modalidade integrada) e 20 vagas para o turno noturno (modalidade subsequente), que foi retirado do escopo (sendo 10 para o primeiro semestre e 10 para o segundo). Quando a escola iniciou suas atividades em 2008 e o curso foi aberto, eram oferecidas 40 vagas para cada turno, mas devido ao número de repetentes no primeiro período (ano ou semestre), o colégio optou por oferecer as vagas novas distribuídas de forma diferente em relação tanto ao turno quanto ao número. Na modalidade integrada são oferecidas 40 vagas predominantemente matutinas. Logo, os alunos que passam nos primeiros lugares são alocados no turno matutino, e no turno vespertino são chamados os alunos novos que complementarão a turma juntamente com os repetentes do ano anterior (formando uma turma de 40 alunos). Já no turno noturno, são chamados obrigatoriamente os 10 alunos referentes às vagas oferecidas no processo seletivo em cada semestre, e se o número de alunos novos somado ao número de repetentes for menor que 40, então mais alunos novos são chamados, até que a sala fique completa.

Quando há aulas práticas nos laboratórios de informática, a exemplo da disciplina de lógica de programação, o espaço só comporta 20 alunos, além de ser mais proveitoso pedagogicamente trabalhar com menos pessoas. Logo, as turmas são divididas em grupo 01 (G1) e grupo 02 (G2) e os grupos se alternam em duas disciplinas práticas.

A disciplina de lógica de programação tem carga horária de 72 horas. Na modalidade integrada, que tem regime anual, a disciplina tem duas aulas de 50 minutos por semana para cada grupo (G1 e G2), geminadas em um encontro semanal. Já na modalidade subsequente, que tem regime semestral, a disciplina tem 4 aulas de 50 minutos por semana, geminadas em dois encontros semanais.

Durante cada unidade ou semestre, os alunos são submetidos a 3 avaliações de diferente natureza. Geralmente, os professores de lógica de programação aplicam listas de

exercícios, provas teóricas e práticas e trabalhos práticos, nos quais os alunos desenvolvem programas.

Antes de iniciar o ano letivo, os alunos da modalidade integrada foram convidados a participar de um curso de nivelamento, com duração de duas semanas. A turma da investigação teve 10 aulas com uma ex-aluna da disciplina, que, no ano da pesquisa, cursava o terceiro ano na instituição. Os relatos dos alunos indicaram que eles gostaram do curso, sendo que alguns alunos aprenderam a fazer programas mais simples nestas duas semanas iniciais. Mas não investigamos este curso, que não fez parte do nosso escopo de pesquisa.

3.3. SUPORTE

Toda a pesquisa foi baseada em um suporte inicial: o material didático dos professores de lógica de programação. Os professores são lotados no campus em que funciona o curso. Inicialmente, fizemos a análise exploratória dos materiais de três docentes, mas ao perceber que as mesmas habilidades estavam presentes em todos os materiais, escolhemos aprofundar esta análise no material de um dos docentes, apenas. A escolha foi ancorada nos parâmetros de completude e organização do material cedido.

O material didático era composto de slides teóricos, listas de exercícios e avaliações. O sistema categórico, que deu origem aos testes de conhecimentos, que foram usados para analisar o desenvolvimento das habilidades dos alunos, têm como característica base em sua construção as habilidades identificadas em todo material didático cedido.

3.4. DESENHO DE PESQUISA

A pesquisa foi dividida em seis etapas. A primeira etapa consistiu no levantamento do referencial teórico sobre Aprendizagem, Teoria das Habilidades Dinâmicas, Modelamento Rasch e Lógica de Programação.

A segunda etapa consistiu em uma análise exploratória do material didático dos professores de lógica de programação para o levantamento das habilidades exigidas. Já a terceira etapa consistiu na criação do sistema categórico, nomeado de Taxonomia de Complexidade de Habilidades (TCH), que foi construído com base no material didático dos professores e a partir dos princípios da Teoria de Habilidades Dinâmicas.

De posse do sistema categórico, construímos os instrumentos que foram aplicados aos alunos, nos quais cada item era referente a um nível de habilidade de determinado conteúdo presente no sistema categórico. Este procedimento constituiu a quarta etapa. Vale a pena ressaltar que esta decisão de associar cada item a um nível de habilidade aconteceu porque fizemos um teste piloto durante a construção do instrumento, e percebemos que algumas questões não permitiam dissociar diferentes níveis de habilidades de um ou mais conteúdos, e, que algumas habilidades também não estavam permitindo ser acessadas.

Em seguida, submetemos tanto o sistema categórico quanto os testes (instrumentos) a um grupo de 10 professores do curso de TI, da instituição federal de ensino tecnológico onde a pesquisa foi realizada, para que fosse feita a validação por pares. Utilizamos o coeficiente Kappa para avaliação do nível de concordância entre avaliadores independentes e o padrão por nós estabelecido.

A quinta etapa correspondeu à aplicação do instrumento aos alunos. A aplicação foi feita durante todo o ano letivo de 2014, tanto para as 2 turmas da modalidade integrada, quanto para as 2 turmas da modalidade subsequente (que não entraram para o escopo da pesquisa, por razões anteriormente explicadas).

Além de aplicar os instrumentos em diversas ondas durante as unidades letivas, acompanhei uma turma da modalidade integrada e uma turma da modalidade subsequente durante todo o ano/semestre letivo. Foram realizadas anotações referentes à dinâmica, conteúdo, método de exposição da aula, assim como aspectos referentes à postura e ao engajamento dos alunos. No entanto, dados qualitativos referentes ao diário de bordo, mapas de episódios também não irão entrar no escopo da tese. Tomamos a decisão metodológica de não utilizar, por enquanto, por ausência de tempo hábil para fazer a triangulação dos dados.

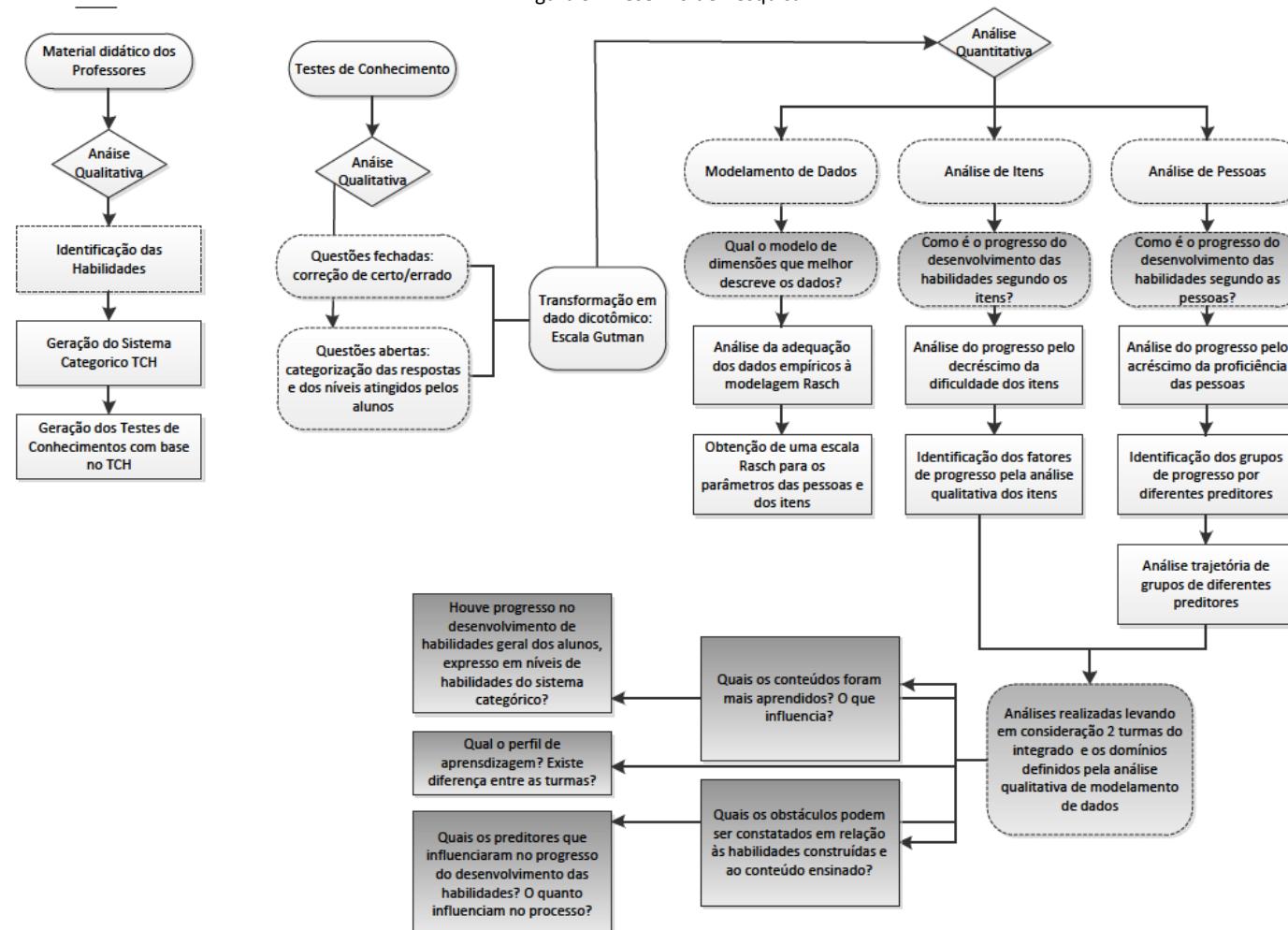
Na sexta etapa, realizamos uma análise estatística das respostas dos alunos aos instrumentos de coleta (testes) e utilizamos para isto a modelagem Rasch. Esse procedimento nos permitiu identificar a evolução das habilidades dos alunos referentes aos conteúdos de conhecimento matemático e estrutura de programação presentes no nosso sistema categórico (TCH).

Os dados relativos à modelagem Rach, análise de itens e análise das pessoas, nos permitirão responder a algumas perguntas de pesquisa que estão no escopo da tese. Os nossos dados, as análises e os procedimentos a serem executados e as questões a serem respondidas estão explicitados na Figura 9. (desenho da pesquisa).

Em nossa análise, buscamos responder às questões: *Quais conteúdos foram mais aprendidos em termos de evolução de habilidades? O que influencia essa aprendizagem? Quais obstáculos podem ser constatados em relação às habilidades construídas e ao conteúdo ensinado?*

Enfim, através da nossa análise objetivamos investigar o desenvolvimento das habilidades dos alunos durante todo o ano letivo através dos dados obtidos nas ondas de medida (aplicação dos testes). Neste sentido, procuramos responder: *Houve evolução no desenvolvimento de habilidades gerais dos alunos, expresso em níveis de habilidades do sistema categórico?*

Figura 9 - Desenho de Pesquisa



Fonte: dados da pesquisa

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1. DESENVOLVIMENTO COGNITIVO

Adotamos o referencial neo-piagetiano para definir e investigar habilidades relativas aos conteúdos de estrutura de programação e matemática, ambos pertencentes à disciplina de lógica de programação. Consideramos a habilidade dos sujeitos como um traço latente individual, que não pode ser diretamente acessado, mas que pode ser inferido por meio da interação do sujeito com o meio externo. O atributo latente que definimos para investigar o raciocínio lógico foram as habilidades dos estudantes relacionadas aos conteúdos da matéria Lógica de Programação. O conceito de habilidade é definido do ponto de vista da Teoria de Habilidades Dinâmicas (FISHER, 1980), que considera ser esse um atributo latente intrínseco ao desenvolvimento, estabelecido a partir de relações entre o repertório conceitual, estruturas mentais, interação com o meio, suporte social, e outras variações contextuais. Nessa perspectiva, o desenvolvimento cognitivo é demarcado por estágios organizados hierarquicamente, com crescente nível de complexidade.

As habilidades se desenvolvem através de camadas e níveis, e não de etapas, cujo desenvolvimento é relativamente contínuo. As habilidades de maior nível de complexidade são construídas por meio de habilidades especificadas no nível anterior. O processo é dinâmico e requer a ocorrência de ações mentais e motoras controladas, que estão relacionadas à própria cognição (AMANTES, 2009).

Schwartz e Fischer (2004) propõem um conjunto de procedimentos para a definição de habilidades e uma escala empiricamente estabelecida para avaliar os níveis de construção da aprendizagem e desenvolvimento a longo prazo, que pode ser construída a partir dos níveis hierárquicos.

Uma das principais diferenças da Teoria das Habilidades Dinâmicas (FISCHER E BIDELL, 2006), com relação à teoria cognitivista Piagetiana diz respeito ao tratamento e ao comportamento atribuído às chamadas estruturas, termo tão presente na teoria de Piaget, utilizado para explicar o desenvolvimento cognitivo. Na Teoria das Habilidades Dinâmicas, estas estruturas não são consideradas fixas e estáticas, mas referem-se ao sistema de relações pelas quais são organizadas atividades complexas tais como organismos biológicos e atividades psicológicas. Ao invés da ideia de que cada indivíduo possui um determinado tipo de estrutura em um momento específico que o deixa apto a responder a determinadas tarefas (que, por sua vez, requerem determinadas habilidades) em determinados níveis de complexidades, independentemente de qualquer variabilidade de contexto ou qualquer outro tipo de fator que cause interferência, Fischer (1982) reconhece que estas estruturas são dinâmicas e têm relação com o desenvolvimento biológico, que a sua variabilidade é contínua e faz parte do processo normal de adequação de novas habilidades. Esta variabilidade decorre da dinâmica dos sistemas auto-organizados. Logo, no que diz respeito às pesquisas no ramo do desenvolvimento cognitivo, estas pesquisas devem ser projetadas para que possam detectar a variabilidade, e por sua vez, usar a regularidade para descobrir fontes de ordem ou de regularidade no desenvolvimento. Nesse sentido, uma investigação eficaz deve ser construída por desenhos, medidas, métodos analíticos e modelos que possam detectar variações nos padrões de crescimento. A pesquisa deve ser projetada para lidar com a variabilidade, ou estará condenada a deixar de fornecer uma análise adequada do desenvolvimento (FISCHER E BIDELL, 2006).

Fischer e Bidell (2006), esclareceram o motivo de ter havido o equívoco quanto ao fato de as estruturas terem sido tratadas como estáticas durante tantos anos e em tantas pesquisas. Este fato levou a variabilidade a ser considerada como algo estranho e inesperado, por muitas vezes desconsiderada para não alterar o rumo das pesquisas. Eles alegam que a

forma, no caso das estruturas citadas por Piaget, não passa de um padrão fixo que pode ser detectado em uma estrutura dinâmica, e para ilustrar, dão o exemplo de uma laranja, que tem uma estrutura dinâmica, e que sua estrutura celular e seu tecido, levam a uma forma esférica. Ou seja, a forma esférica é uma abstração gerada na forma de um padrão fixo a partir de um sistema dinâmico. Em seguida argumentam que o grande problema das abstrações, quando são utilizadas para descrever a realidade, é a confusão que pode haver com a realidade descrita, no sentido de que as pessoas procuram adequar os padrões dos fenômenos do mundo às abstrações, em vez de determinar quais padrões se encaixam em um objeto ou experiência real.

Embora não existam provas completas que mostrem o alinhamento perfeito entre o que ocorre no desenvolvimento biológico e no desenvolvimento cognitivo, as pesquisas estão avançando neste aspecto e já se sabe que há uma relação. De acordo com Fischer (2008), ciclos de desenvolvimento cortical e ciclos de desenvolvimento cognitivo parecem estar relacionados. No entanto, hoje, a compreensão de como o desenvolvimento cognitivo e cerebral se relacionam ainda está aquém do esperado. Atualmente, sabe-se que durante o crescimento das crianças, características de cunho físico como número de sinapses, massa cerebral e atividades diversas mudam sistematicamente. Sabe-se também que todas estas mudanças estão globalmente correlacionadas com a parte cognitiva, mas ainda não há informações precisas do que poderia ser chamado de correspondência (termo nosso), ou seja, do que muda em paralelo. Estas descobertas são muitos esperadas tanto por cientistas, quanto por educadores. Os cientistas procuram entender as relações entre o cérebro e o comportamento, enquanto por sua vez, os educadores desejam usar a neurociência cognitiva para melhorar as práticas educativas.

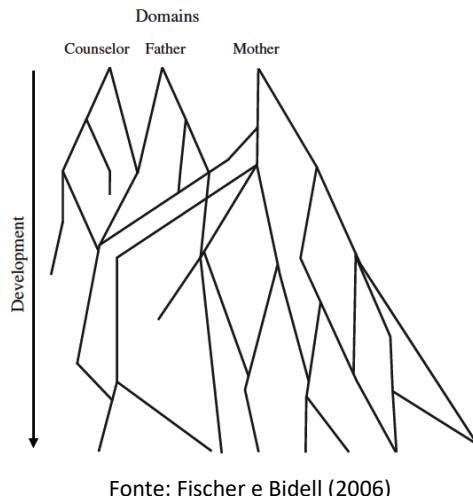
Com relação ao aprendizado e ao desenvolvimento de habilidades em níveis cada vez mais complexos, a Teoria das Habilidades Dinâmicas (FISCHER, 1980) também mostra um

tratamento diferenciado neste aspecto. Metaoricamente, o desenvolvimento sempre foi comparado a uma escada, com etapas sucessivas, de forma linear ascendente. A Teoria de Habilidades Dinâmicas considera o desenvolvimento como uma rede complexa de interações e atratores, com caminhos convergentes e divergentes, ciclos aninhados, estabilidades e instabilidades, *clusters* de descontinuidades e níveis estáveis de desempenho (FISCHER, 2008). Com esta forma determinística e reducionista que compara o desenvolvimento a uma escada, na qual o desenvolvimento é concebido como um processo linear e relativamente fixo, no qual passa-se de uma estrutura formal para a seguinte, perde-se toda a riqueza do desenvolvimento de uma criança, a exemplo do papel do suporte contextual e a variabilidade em suas habilidades através dos contextos (FISCHER E BIDELL, 2006).

A Teoria das Habilidades Dinâmicas elegeu a rede ou teia construtiva como objeto que representa metaoricamente da melhor forma o desenvolvimento cognitivo. A metáfora é mais útil para modelos dinâmicos porque suporta o pensamento sobre a construção ativa de uma habilidade em uma variedade de contextos e para variações diversas. A teia é formada por fios que não são fixados em uma ordem determinada, mas são o produto conjunto da atividade construtiva do construtor da teia e o contexto de suporte no qual ela é construída. As teias são construídas conjuntamente por múltiplos agentes e não por um indivíduo, pois os indivíduos constroem suas redes de desenvolvimento através da interação com outros indivíduos, ao contrário de algumas pesquisas psicológicas que examinam indivíduos isolados em suas redes sociais (FISCHER E BIDELL, 2006). Um exemplo razoável de que o desenvolvimento é construído através da interação entre pessoas e também com o contexto pode ser encontrado em Schwartz e Fischer (2004), que descrevem a execução de uma tarefa de construir uma ponte estável com palitos e marshmallows: os alunos interagem entre si e constroem as alternativas para a construção da ponte através das suas conversas, a manipulação do material e as diversas interações.

Os fios separados em uma teia (Figura 10) representam os vários caminhos ao longo dos quais uma pessoa se desenvolve. Como não há uma ordem pré-determinada, os fios de uma teia podem começar em vários lugares e tomar várias direções. As conexões entre os fios representam possíveis relações entre domínios de habilidades e as diferentes direções das cadeias indicam possíveis variações nas vias de desenvolvimento e resultados à medida que as habilidades são construídas para participação em contextos diversos (FISCHER E BIDELL, 2006).

Figura 10 - Desenvolvimento como uma rede construtiva



Fonte: Fischer e Bidell (2006)

O desenvolvimento cognitivo, e também o desenvolvimento das respectivas habilidades, ocorrem através de níveis e camadas, que atingem patamares crescentes de complexidade, ao decorrer do processo. A escala de habilidades começa com ações sensório-motoras, que são coordenadas através de vários níveis de complexidade para formar representações, que por sua vez são coordenadas através de vários níveis para formar abstrações, que continuam se desenvolvendo até a idade adulta (FISCHER E BIDELL, 2006). A estrutura dos ciclos de desenvolvimento é formada por camadas, que internamente são divididas em níveis de complexidade, também ascendentes. No decorrer do desenvolvimento, habilidades menos complexas, de níveis inferiores, se tornam componentes formadores das

habilidades de maior nível. Ou seja, habilidades de níveis mais avançados são construídas pela coordenação e diferenciação de habilidades de níveis inferiores. Podemos também dizer que as habilidades, na verdade, são encapsulamentos de várias outras habilidades de diferentes tipos. Um exemplo esclarecedor é a habilidade de medir um objeto através de uma régua, no qual uma habilidade específica será usada; esta habilidade é composta de habilidades mais simples, coordenadas juntas, formando uma simples estrutura de pensamento. A habilidade de medir uma linha através de uma régua compreende entender a régua como uma linha numerada e coordenar o tamanho da linha com o tamanho da régua. Cada uma dessas habilidades é composta por outras habilidades menos complexas, que são ligadas entre si em conjuntos de regras de trabalho (PARZIALE E FISCHER, 1998).

A Teoria das Habilidades Dinâmicas permite acompanhar o desenvolvimento das habilidades tanto a nível do macro-desenvolvimento quanto ao nível do micro-desenvolvimento. O nível de macro-desenvolvimento corresponde ao desenvolvimento biológico. O nível de micro-desenvolvimento refere-se ao acompanhamento de atividades em curto espaço de tempo. A exemplo de pesquisas na área de micro-desenvolvimento, Schwartz e Fischer (2004) descreveram atividades, nas quais os alunos teriam que executar tarefas como ligar uma lâmpada com apenas poucos objetos fornecidos, e construir uma ponte de palitos e marshmallows que sustentasse um certo peso, também utilizando poucos objetos conhecidos. Os autores descreveram os caminhos que estes estudantes seguiam para aprender a resolver estas tarefas. Estes estágios de micro-desenvolvimento, pois trata-se de um intervalo curto de tempo, podem ser comparados ao desenvolvimento biológico do sujeito na teoria piagetiana, no qual o micro-desenvolvimento é limitado pelo desenvolvimento biológico. Na perspectiva piagetina, as estruturas mentais são desenvolvidas ao longo da vida, em determinadas etapas, e vão sendo sobrepostas e evoluindo de nível de complexidade à medida que o sujeito evolui (FERRACIOLI, 1999; PARZIALE, 1998). Nesta experiência, foi

constatado que, quando os alunos começam o processo de resolução de problemas em uma nova situação, primeiro usam habilidades primitivas, não as suas mais sofisticadas. Eles começam com habilidades menos sofisticadas, a fim de familiarizar-se com o problema e começar novo processo de coordenação de habilidades mais complexas, novas estruturas (GRANOTT, FISCHER e PARZIALE 2002). Assim, à medida que eles interagem com o problema e ganham compreensão através da utilização de habilidades menos sofisticadas, eles constroem uma base específica para o problema que eles estão trabalhando. Justamente esta base que irá apoiar a construção de capacidades mais sofisticadas, semelhantes às já desenvolvidas ao longo do tempo nas áreas mais familiares. Assim, o processo de coordenação de curto prazo espelha o processo de coordenação de longo prazo observado ao longo dos anos de desenvolvimento. O que não ocorre é a pessoa atingir um nível de habilidade, a curto prazo, que ainda não foi atingido a longo prazo.

Além disso, a pessoa também não alcança o seu nível ótimo na habilidade, ou seja, o seu nível mais sofisticado em que ele encontra-se naquele domínio, todas as vezes que venha a desenvolver tarefas. Isso é explicado porque o desempenho nas habilidades também depende do suporte, do contexto e do estado emocional (FISCHER E BIDELL, 1998). Ao intervalo entre os níveis funcional e ótimo, ou seja, entre o melhor desempenho que o indivíduo pode ter com e sem apoio contextual, dá-se o nome de alcance (SCHWARTZ E FISCHER, 2004).

É importante ressaltar que, durante o desenvolvimento, existem os colapsos. Ou seja, quando analisado em termos de habilidades construídas, o desempenho dos alunos mostra mudanças dinâmicas com muitos aumentos e quedas. Os colapsos, na verdade, não indicam dificuldades. Pelo contrário, eles são normais e exigidos, refletindo a necessidade de construir e reconstruir uma habilidade com variações para que a pessoa possa eventualmente sustentá-la diante das mudanças de contexto e de estado. A capacidade humana de se deslocar para níveis

tão elementares proporciona enorme flexibilidade para a adaptação inteligente, porque as pessoas podem aprender novos padrões de ação sensório-motora, necessários para o sucesso em um tipo diferente de tarefa. Mover-se para um nível cognitivo baixo para uma nova tarefa é uma parte essencial da inteligência (FISCHER, 2008).

No contexto da sala de aula, Fischer et al. (2002) associam a aprendizagem e rendimento em função do apoio contextual. Ou seja, alunos que recebem um grande apoio contextual são mais susceptíveis a demonstrar aprendizagem profunda de alto desempenho em seus esforços cognitivos, e funções cognitivas perto dos níveis ideais. O nível ótimo é o mais complexo, no qual o aluno pode atuar, em condições ideais de contexto e suporte, no entanto, na falta de apoio, os alunos funcionam apenas no nível funcional nas tarefas do dia-a-dia (KNIGHT & SUTTON, 2004).

Importante salientar que, apesar da base piagetiana, a Teoria de Habilidades considera patamares de desenvolvimento (semelhantes aos estágios) delimitados pelo domínio, ou área de conhecimento, e, por isso pode ser considerada uma teoria multimodal, uma vez que uma pessoa nunca está no mesmo nível para diferentes domínios. Esta perspectiva hierárquica para avaliar o desenvolvimento tem sido considerada em muitos trabalhos na área de educação (BIGGS e COLLIS, 1982, PARZIALE, 1988) e psicologia (COMMONS, 2008, CASE, 1992, 1996). Ela considera que nem todas as pessoas atingem a mesma sofisticação em todas as habilidades e em todos os domínios, pois considera cada caso diferente, e considera também que as habilidades não são atributos intrínsecos à pessoa, mas são resultado da interação com o contexto e com o suporte, que agem como influências para que estes níveis máximos sejam atingidos.

Referente ao ponto em que se situa nosso trabalho em relação ao aludido referencial teórico, a aprendizagem de lógica de programação configura-se como tema de vários artigos (ver seção Lógica de Programação e Taxonomia) em que é ressaltado o fato de as dificuldades

dos alunos serem decorrentes de um “problema de base”. Ou seja, o aprendizado é dificultado devido a lacunas conceituais e operacionais com relação à matemática e raciocínio lógico. Dessa forma, partimos da ideia de que o estado desejável em que o aluno de lógica de programação deveria se encontrar em relação às habilidades mais complexas / abstratas depende de habilidades menos complexas, que, já deveriam ter sido desenvolvidas em anos anteriores de escolarização. Em outras palavras, as habilidades mais complexas requeridas pela disciplina de Lógica de Programação são construídas se o aluno já apresentar certo repertório de habilidades de menor nível de complexidade, já desenvolvidas anteriormente. Estas habilidades de diversos tipos e de níveis menores de complexidade serão partes/componentes das habilidades de nível de complexidade superior (requeridas na disciplina), que seriam formadas pela coordenação e diferenciação destas habilidades de menor nível de complexidade.

Investigações sobre a aprendizagem de conteúdos científicos, pautadas na concepção hierárquica de um traço latente, que no nosso caso é a habilidade em conteúdos de matemática e estruturas de programação, têm sido conduzidas em algumas pesquisas na área de Ensino de Ciências (DAWSON, 2008; AMANTES, 2005, 2009; COELHO, 2011; PARZIALE E FISCHER, 1998). Nessas investigações, a concepção hierárquica da teoria fornece uma estrutura para interpretar traços latentes, concebidos como habilidade, entendimento, compreensão ou outros relacionados ao processo de aprendizagem.

Dawson (2008) investigou a aprendizagem de conteúdos abstratos científicos ao examinar padrões de desenvolvimento na aquisição do conceito de energia. Amantes (2005, 2009) fez uma investigação sobre o entendimento de alunos do ensino médio em relação aos conceitos de Referencial Inercial e Movimento Relativo e sobre a aprendizagem de conteúdos científicos e tecnológicos em relação ao funcionamento da TV. Coelho (2011) investigou a evolução no entendimento dos estudantes sobre os conceitos do campo da eletricidade.

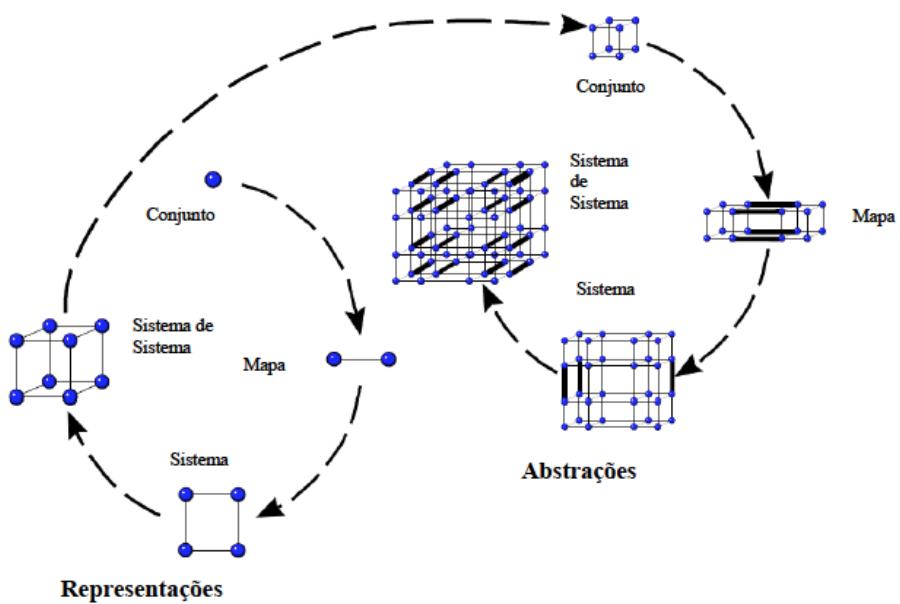
Parziale e Fischer (1998) propuseram um sistema hierárquico, independente do domínio, que proporciona aos professores avaliar, predizer e acompanhar o progresso dos estudantes no desenvolvimento das habilidades em um contexto específico em sala de aula.

A teoria de habilidades como suporte para analisar a aprendizagem em sala de aula é considerada como um modelo dinâmico do desenvolvimento cognitivo que proporciona uma estrutura para reconhecer e quantificar mudanças de um traço latente (que pode ser entendimento, habilidade, compreensão). Ela descreve as mudanças nas estruturas cognitivas que são observadas a longo prazo, como os seres humanos amadurecem, e no curto prazo, como eles enfrentam novas tarefas. Esta estrutura tem permitido a pesquisadores utilizar a mesma escala para identificar e descrever mudanças similares na compreensão de uma variedade de áreas (FISCHER, 1980a; FISCHER & BIDELL, 1998).

Os caminhos que os alunos percorrem no desenvolvimento das habilidades são chamados de trajetórias individuais, que por sua vez não são como autoestradas bem marcadas em que todos os alunos seguem da mesma forma, embora diferentes trajetórias possam compartilhar características que marcam caminhos comuns (SCHWARTZ & FISCHER, 2004). Ou seja, nem todos os alunos têm a mesma trajetória de aprendizagem, cada um tem um caminho, embora diferentes caminhos possam ter características comuns produzindo certo padrão.

A Figura 11 mostra as diversas camadas com diversos níveis de complexidade, sendo que as habilidades vão se tornando cada vez mais complexas com o decorrer do avanço dos níveis.

Figura 11 - Esquema geral do desenvolvimento em relação aos níveis em meio às camadas

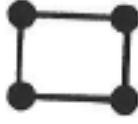
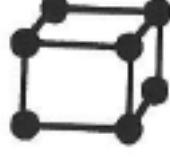


Fonte: Amantes (2009) - Traduzido de FISCHER, 2008.

Explicitamos o significado e o funcionamento destes níveis no quadro abaixo (Figura 12), no qual estão representados os diferentes níveis de habilidades. Antes de mais nada é importante observar que o esquema da Figura 11 é formado pelos elementos da Figura 12.

Parziale e Fischer (1998) exemplificaram esta hierarquia com o conceito de densidade e ao mesmo tempo deixaram claro que cada lição tem que ter sua própria sequência de habilidades adaptada para os objetivos e o ambiente desta, assim como é importante entender claramente o caminho em que as habilidades são relatadas na sequência.

Figura 12 - Uma metáfora do ciclo de 4 níveis

NÍVEL	NOME	DIAGRAMA
1	Conjunto Simples	
2	Mapa	
3	Sistema	
4	Sistemas de Sistemas	

Fonte: Traduzido de Parziale e Fischer (1998)

No exemplo relatado, que utiliza o conceito de densidade, os conceitos de massa e volume podem ser representados por conjuntos simples que são desenvolvidos separadamente, ou seja, podem ser representados por dois pontos desconectados (nível 1). Quando estes dois conceitos são entendidos como ligados em si, no conceito de densidade, é sinal de que houve um salto qualitativo no entendimento. Esta mudança de entendimento, ou seja, o conceito de densidade, pode ser representado por dois pontos ligados por uma linha, representando um mapa (nível 2). Em um nível maior de complexidade, se um estudante entende o conceito de densidade, também entenderá que massa e volume variam no relacionamento de um ao outro. Logo, estão coordenados como um sistema que pode ser representado como um quadrado (nível 3). Mais adiante, em um nível de complexidade ainda maior, se o estudante consegue associar outro sistema ao sistema de densidade, este novo e complexo pensamento pode ser representado por um cubo (nível 4). Este ciclo continua com a sobreposição de camadas, na qual o último nível de sistemas de sistemas de uma camada

representa o primeiro nível de conjunto simples da próxima camada (PARZIALE e FISCHER, 1998).

Este caminho curto de desenvolvimento nas sequências das tarefas em sala de aula pode ser comparado ao desenvolvimento de longo prazo nos estágios de Piaget (PARZIALE E FISCHER, 1998). Em sua obra, Piaget apresentou a construção do conhecimento através de estágios limitados por fatores biológicos. Piaget dividiu o desenvolvimento dos indivíduos em períodos que sucedem uns aos outros, incluindo quatro períodos principais em ordem sequencial: sensório motor (até 2 anos de idade), simbólico ou pré-operatório (de 2 a 7-8 anos de idade), operatório concreto (de 7-8 até 11-12 anos de idade), operatório formal (a partir de 12 anos). Estes estágios estão sujeitos a um retardamento em idade escolar, a depender do meio em que a criança vive (FERRACIOLI, 1999).

Mas ao contrário do ponto de vista de Piaget, em que o desenvolvimento mental é limitado pela evolução biológica, a teoria das habilidades conta com a influência do papel do professor e do suporte dado no cumprimento das tarefas pelos alunos, enfim, do contexto. Assim, quanto melhor o suporte, maior a possibilidade de o aluno se aproximar do nível ótimo. Logo, as tarefas também podem ser desenvolvidas de forma que direcionem o aluno a atingir níveis mais complexos de pensamento em direção àquele contexto específico (PARZIALE E FISCHER, 1998).

No que se refere à avaliação do desenvolvimento nas tarefas, considerando a necessidade de identificação das descontinuidades, ou seja, os colapsos e surtos, iremos trabalhar com a escala Rasch, que preenche esta necessidade, fornecendo poderosas ferramentas para avaliar os passos e intervalos ao longo de uma escala, bem como as descontinuidades (BOND & FOX, 2001; RASCH, 1980). O uso da escala Rasch pelos pesquisadores e a percepção de seu potencial para avaliar escalas de desenvolvimento e

determinar as distâncias entre itens ao longo de uma escala são algo mais recente (FISCHER E BIDELL, 2006).

Dessa forma, a Teoria de Habilidades dinâmicas se mostra como um bom referencial para elencar as habilidades relativas a um conhecimento específico em níveis hierárquicos, possibilitando a construção de uma escala qualitativa para avaliar momentos diferentes do desenvolvimento. A escala tem natureza qualitativa, pois, apesar de ter complexidade hierárquica, é formada por categorias relacionadas ao conteúdo da tarefa. Uma vez identificados os níveis de habilidades em momentos diferentes, podemos avaliar a evolução dessas habilidades e, de acordo com a perspectiva adotada nesse trabalho, a aprendizagem.

4.2. LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO E TAXONOMIA

A disciplina de Lógica de Programação é oferecida sempre no primeiro período dos diversos cursos existentes na área de tecnologia da informação, sejam eles do nível médio técnico, ou superior (bacharelado ou tecnológico). Os cursos são oferecidos sob diversos títulos, dentre eles técnico em informática, técnico em tecnologia da informação, técnico em programação Web, superior em análise de sistemas, superior em ciência da computação, tecnólogo em análise e desenvolvimento de sistemas.

Uma das metas da disciplina é promover a capacidade do aluno em apresentar soluções para as diversas classes de problemas do cotidiano, das organizações e de muitos outros elementos, utilizando instruções estruturadas logicamente e executadas no computador por meio de uma linguagem de programação. A disciplina tem um dos maiores índices de reprovação em todas as instituições de ensino brasileiras, o que a torna reflexão por parte dos professores preocupados com a melhoria da qualidade no processo (PEREIRA JÚNIOR E RAPKIEWICZ, 2004).

Um dos pontos críticos desta reprovação em massa é que a expectativa dos alunos ingressantes não condiz com a realidade dos cursos da área, especialmente em Bacharelado em Ciência da Computação, que requer um forte embasamento em Matemática (GARCIA et al, 2008). A repetência nesta disciplina se torna um grande gargalo, gerador de reprovações/evasões, visto que as disciplinas de algoritmo estão no início do curso (PEREIRA JÚNIOR et al, 2005).

As dificuldades relacionadas com as disciplinas de algoritmos muitas vezes se iniciam bem antes da necessidade do uso de linguagem matemática ou lógica estruturada para resolução de problemas. Muitas vezes, os alunos apresentam dificuldade na interpretação do próprio problema, muito antes da dificuldade de interpretação de algum tipo de representação, além da dificuldade de interpretar enunciados (FALKEMBACH et al, 2003).

Associado a tudo isso, a disciplina de lógica de programação é pré-requisito de diversas disciplinas dos cursos de TI, e as habilidades desenvolvidas nela são importantíssimas para o bom aproveitamento do aluno no restante do curso. Portanto, as dificuldades, quando não solucionadas a tempo, podem trazer grandes prejuízos aos discentes e docentes da instituição no cumprimento dos programas disciplinares do curso, tornando morosa a formação acadêmica do aluno e muitas vezes incompatível com o nível de atividades práticas e intelectuais que lhe serão exigidas ao longo do curso (MARTINS E CORREIA, 2003).

Ainda de acordo com Martins e Correia (2003), estas dificuldades podem estar relacionadas à ausência de disciplinas introdutórias que focalizem formas de melhor explorar os métodos de solução de problemas, já que esta é uma habilidade extremamente necessária para formação do discente e importante para o seu bom desempenho durante o curso. Campos (2009) frisa que o principal motivo de reprovação dos alunos é a dificuldade de construir a lógica ou algoritmo para resolver um problema proposto, ratificando então a dificuldade dos

alunos na resolução de problemas. Gomes (2008) identificou que uma das grandes dificuldades dos alunos reside precisamente na compreensão e, em particular, na aplicação de noções básicas, como as estruturas de controle, para a criação de algoritmos que resolvam problemas concretos. E, como muitas vezes a transformação de problemas práticos em soluções algorítmicas exige um elevado nível de abstração do aluno, temos um problema nesta transição. Rodrigues (2002) apontou a grande dificuldade dos alunos em assimilar as abstrações envolvidas no processo de ensino-aprendizagem de fundamentos de programação.

No entanto, as causas das dificuldades também podem estar associadas às formas de estudo praticadas pelos alunos. Gomes e Mendes (2014) argumentam que muitos estudantes utilizam estratégias de memorização, ou seja, leitura e observação da resolução dos exercícios, que não são suficientes para aprender programação. E defendem que é necessário o engajamento intensivo na prática de resolução de problemas, examinando as dificuldades de cada problema e procurando a solução destes.

Diante desta perspectiva, das dificuldades enfrentadas por alunos e professores no decorrer da disciplina de lógica de programação dos diversos cursos, e da importância desta disciplina para o bom aproveitamento do aluno no curso, assim como a necessidade de diminuição das taxas de repetência e evasão, esta área de estudo tornou-se relevante, o que pode ser constatado nos diversos trabalhos que investigam e tentam propor soluções para este problema.

De forma geral, as pesquisas visam amenizar o problema através de três vertentes: ferramentas computacionais que procuram facilitar o processo de ensino, estratégias de ensino e avaliação de competências ou ferramentas e abordagens (PEREIRA JÚNIOR E RAPKIEWICZ, 2004).

Outras pesquisas buscam relacionar as dificuldades dos alunos ao *background* em conhecimentos matemáticos. Gomes e Mendes (2006) fizeram um exaustivo mapeamento de

trabalhos que relatam essa lacuna, e listaram as diversas dificuldades encontradas, dentre elas: insuficiência de conhecimentos em conceitos matemáticos básicos relacionados à teoria dos números (ex: números primos); dificuldade em transformar um problema textual em uma fórmula matemática e resolvê-lo; dificuldade em reconhecer figuras geométricas; dificuldade em entender a descrição de um problema (um solução proposta seria subdividí-los); falta de habilidade para definir critérios de comparação; falta de habilidade para utilizar o plano cartesiano como referência; dificuldade em cálculo em geral; pouca habilidade para lidar com situações que envolvem alto nível de abstração; e por fim uma grande lacuna no que diz respeito ao raciocínio lógico.

Paralelamente, alguns trabalhos recentes têm combinado pesquisas no ensino de lógica de programação com taxonomias. Estes trabalhos investigam as dificuldades dos alunos, na aprendizagem de lógica de programação, utilizando taxonomias que compreendem níveis hierárquicos para mapear habilidades, conhecimentos e outros traços latentes. (LISTER, 2000; LISTER ET AL, 2006; LAHTINEN, 2007; SANTOS ET AL, 2013)

Santos et al. (2013) propõem um conjunto de exercícios adaptados de acordo com o ritmo de aprendizagem dos alunos e com suas necessidades específicas. Estes exercícios estão organizados de acordo com uma taxonomia que inclui diferentes dimensões e parâmetros relevantes para a escolha dos exercícios apropriados em determinado momento. Os exercícios personalizados resolvem o problema do grande número de alunos e heterogeneidade nas classes, e assim, a dificuldade em acompanhamento individual. A taxonomia que foi desenvolvida mapeia cada exercício de programação em uma ou mais dimensões, levando em consideração diferentes aspectos que foram qualificados como relevantes para a classificação dos exercícios. Algumas dimensões foram: os níveis da taxonomia de Bloom (BLOOM, 1956); o conhecimento matemático necessário para resolver o exercício; a complexidade das estruturas de controle envolvidas na solução; a complexidade da descrição do exercício e a

complexidade do algoritmo. A classificação inclui 3 dimensões nas quais é possível classificar um exercício: tópico, complexidade e nível.

Em Lister et al. (2006), os autores relatam a utilização da taxonomia SOLO (Structure of the Observed Learning Outcome) para descrever as diferenças entre estudantes e educadores durante a resolução de exercícios e de leitura de pequenos códigos. Na taxonomia SOLO, os níveis de complexidade das respostas são ordenados em pré-estrutural, uni-estrutural, multi-estrutural, relacional e abstrato estendido. Os dados foram coletados na forma de escrita e pensamento em voz alta provenientes das respostas dos estudantes (novatos) e educadores (experts), utilizando questões de exames. Durante a análise, as respostas foram mapeadas em diferentes níveis da taxonomia SOLO. A partir das respostas em voz alta, os pesquisadores concluíram que educadores tendem a manifestar respostas no nível relacional da taxonomia SOLO em pequenos problemas de leitura, enquanto estudantes tendem a manifestar o nível multi estrutural em suas respostas. Logo, os educadores atingiram o nível 4 e os estudantes atingiram o nível 3 da taxonomia.

Em Lahtinen (2007), o autor apresenta um estudo de 254 graduandos do curso básico de programação cuja performance foi mensurada em diferentes níveis da taxonomia de Bloom (BLOOM, 1956). Os resultados da análise estatística de os clusters sugerem que os grupos de estudantes não estão alinhados com a Taxonomia de Bloom: estudantes que têm um desempenho ruim nos níveis mais baixos ainda podem executar bem os níveis mais altos da taxonomia. Com base nos resultados, este artigo sugere seis grupos de estudantes que o professor pode reconhecer para organizar os cursos básicos de programação.

Lister (2000) critica a tradicional abordagem na introdução à programação, na qual estudantes têm que escrever programas completos, o quanto antes. Segundo o autor, esta abordagem dá um salto para o quinto e sexto níveis dos objetivos educacionais da Taxonomia de Bloom, na qual os dois últimos níveis dependem das competências nos primeiros quatro

níveis. O autor descreve a sua abordagem alternativa que aborda os seis estágios em sequência, enfatizando a efetiva avaliação dos processos para os quatro primeiros níveis.

Através de todos estes relatos e descrições de pesquisas, podemos rever que esta é uma área relevante e que as dificuldades no aprendizado de lógica de programação estão presentes em estudantes de todo o mundo. As causas são as mais diversas e ao mesmo tempo tão comuns em todo o mundo. Enfim, as repetências e evasões também se tornam preocupações globais nesta área, visto que o profissional formado nos diversos cursos de Tecnologia da Informação contribui para diversas áreas, inclusive criando tecnologias que cooperam com avanços importantes em diversas indústrias e serviços.

4.3. MODELAGEM RASCH

Tendo como objetivo lidar com a habilidade em estruturas de programação e conhecimento matemático de maneira quantitativa, a partir de uma escala intervalar de proficiência que permitirá fazer comparações entre os sujeitos em diferentes momentos (ondas de medida) de acordo com a performance nos instrumentos de coleta (testes de conhecimento), com base no índice de dificuldade dos itens acertados, optamos por utilizar a família de modelos Rasch. O modelo Rasch trabalha com os indivíduos e itens na mesma escala (logit).

Os modelos Rasch podem ser considerados como uma família de modelos e técnicas estatísticas utilizadas para construir escalas intervalares obtidas a partir de dados brutos de escores de instrumentos. A análise Rasch também pode ser utilizada para avaliar o grau em que as respostas dos itens de um teste estão em conformidade com o que seria de se esperar, ou seja, se estão medindo de fato e coerentemente um atributo psicológico - validade (SICK, 2008a).

Esta característica com relação ao acesso de um atributo psicológico é muito importante na nossa pesquisa. Trabalhamos com um atributo latente, habilidades de estruturas de programação e conhecimentos matemático relacionadas aos sujeitos, em diferentes momentos, ao longo do tempo. A habilidade não pode ser diretamente acessada, mas inferida por meio da interação do sujeito com o meio externo. Portanto, precisamos de instrumentos e da correlação teórica correspondente para acessar e avaliar coerentemente esse traço (AMANTES E OLIVEIRA, 2012), e a teoria desenvolvida por Rasch é promissora porque se fundamenta na acepção latente do traço e sua correspondência com determinados comportamentos observados, ao mesmo tempo em que se pauta em probabilidades para gerar uma escala de desempenho.

Outra característica bastante importante para nossa pesquisa, visto que trabalhamos com questões que requerem níveis de complexidade diferentes em um ou vários conteúdos, é que a modelagem Rasch, ao contrário da teoria clássica de testes, não está preocupada somente com os escores brutos, ou seja, com a pontuação total dos estudantes com base no número de questões que eles acertaram. Na teoria clássica de testes, todos os itens têm peso igual e são tratados como iguais contribuintes para a pontuação geral. Ao contrário disso, a modelagem Rasch trabalha com padrão de resposta aos itens, em que alguns itens requerem um pouco mais de atributos dos respondentes que outros, ou seja, uns são mais difíceis que outros para ser respondidos. Sendo assim, o sucesso em itens mais difíceis implica provável sucesso em itens mais fáceis. Inclusive, esta característica permite identificar se o padrão da resposta de cada respondente se encaixa no modelo, ou seja, caso o respondente acerte somente as respostas mais difíceis e erre as mais fáceis, há como identificar que não se trata de um padrão de resposta confiável, ou seja, as questões / itens podem ter sido respondidas aleatoriamente. Na modelagem Rasch, tanto a capacidade da pessoa quanto a dificuldade do

item são colocados em uma única escala numérica (logit), o que constitui uma diferença importante entre a escala Rasch e a teoria clássica de testes (SICK, 2008a).

Nesse procedimento, há o pressuposto teórico da invariância, o que quer dizer que a habilidade das pessoas que fazem o teste deve ser independente do teste que elas fazem, e a dificuldade dos itens do teste é independente das pessoas que fazem o teste (SICK, 2008b). Isto significa que os resultados de um teste aplicado são independentes da amostra à qual o teste é aplicado.

O índice de confiabilidade do item indica a replicação dos posicionamentos dos itens ao longo do caminho, se os mesmos itens forem aplicados a uma amostra do mesmo tamanho e que se comporta da mesma maneira. Ou seja, o item X vai continuar sendo mais difícil que o item Y, e mais fácil que o item Z (BOND & FOX, 2015). Mas é relevante ressaltar que para que possamos ter toda esta eficiência é necessário o máximo cuidado na construção dos instrumentos de medida, pois, de acordo com Mead (2008), o verdadeiro trabalho de medição não está em estimar os parâmetros do modelo que se encaixa melhor, mas na construção do instrumento que mede melhor.

Há de se ponderar também que a seleção de itens adequados que servirão como âncora para a calibração dos testes é um processo complexo. Até mesmo as características dos itens podem ser influenciadas por processos externos, a exemplo de um item que foi ensinado aos respondentes (SICK, 2008b). No processo de calibração, o número total de itens respondidos corretamente é usado para estimar a habilidade de cada pessoa. Já o número total de respostas corretas para cada item, ou seja, o escore bruto do item, é usado para estimar a sua dificuldade. Estas habilidades e dificuldades são estimadas de forma inferencial (no sentido estatístico de teste de hipóteses), em oposição à forma descritiva (SICK, 2009).

No que diz respeito à validade dos itens e às respostas das pessoas, muitas ferramentas estão disponíveis para avaliar a unidimensionalidade psicométrica, em pacotes de software.

Por unidimensionalidade entende-se que cada variável é responsável por medir um atributo de cada vez, separadamente. Os modelos mais comuns de TRI (Teoria de Resposta ao Item) pressupõem que o conjunto de itens que compõem o teste mede apenas um fator do constructo, ou seja, que o teste em questão seja unidimensional (VITÓRIA, ALMEIDA E PRIMI, 2006). Medição unidimensional significa que todas as variâncias não aleatórias encontradas nos dados podem ser explicadas por uma única dimensão de dificuldade ou habilidade. Ainda de acordo com Vitória e Almeida e Primi (2006), se apenas um fator fosse responsável pelos resultados num teste, este fator explicaria 100% da variância comum observada. Mas, sendo impossível atingir esta certeza, a alternativa é que o fator principal explique a maior quantidade de variância possível.

Deste modo, torna-se importante saber sobre o ajuste de cada item, ou seja, se a suposição de unidimensionalidade se sustenta empiricamente. A análise Rasch fornece ferramentas de InFit e OutFit, que são estatísticas de ajustes de quadrados para fornecer sumários dos resíduos Rasch, ou seja, as respostas que diferem do que é previsto pelo modelo Rasch para cada item, por pessoa. Elevados ajustes de estatísticas nos quadrados significam um grande número de respostas inesperadas. Este quadro pode acontecer devido à construção de itens pobres ou ambíguos, e pode indicar que está se medindo um constructo diferente do desejado. Assim, pessoas com altos quadrados indicam que preencheram as questões randomicamente. Itens ruins também podem ser suprimidos melhorando assim a qualidade de um formulário, assim como pessoas não adaptadas podem ser suprimidas permanente ou temporariamente. Mas, se existe um grande número de pessoas que não se adaptam, é sinal de que o constructo não foi cuidadosamente pensado e pode ser necessária uma reestruturação lógica (SICK, 2010). Daí a importância de se fazer testes pilotos antes da aplicação propriamente dita dos instrumentos / constructos, pois os itens que divergem do padrão esperado de habilidade / dificuldade podem ser analisados e reescritos.

Portanto, fica claro que o processo de construção do instrumento tem que prezar pela unidimensionalidade da escala, ou seja, garantir que ela esteja medindo apenas um único atributo de cada vez. Embora seja uma tarefa difícil, pela complexidade da existência humana, que nunca pode ser satisfatoriamente expressa como uma pontuação em qualquer teste, podemos desenvolver algumas estimativas quantitativas úteis de alguns atributos humanos, mas podemos fazer isto apenas para um atributo ou habilidade de cada vez. Muitos atributos em um único item genérico dificultariam previsões confiantes. Em contrapartida, itens cuidadosamente construídos fazem boas estimativas de medição de atributos únicos e se tornam eficientes (BOND & FOX, 2015).

O significado das estimativas da proficiência da pessoa e da dificuldade do item só será significativo se cada questão mede apenas um atributo. Ao desenvolver itens é necessário o cuidado para que outros atributos não sejam incluídos de forma significativa na medida e produzirem significados menos significativos. Por exemplo, um problema pode estar mal escrito e trazer dificuldades de compreensão da linguagem, e, não medir corretamente a habilidade desejada (BOND & FOX, 2015). Outro exemplo, em casos de problemas matemáticos que exijam cálculos grandes, mas que este não seja o atributo a ser medido, o professor poderia permitir o uso de calculadora, para que a dificuldade em fazer cálculos grandes dentro de um determinado espaço de tempo não dificultasse o objetivo final que seria medir um determinado atributo em um item, que não fosse necessariamente fazer cálculos.

Com relação à aplicação em nossa pesquisa, a modelagem Rasch é utilizada para obter medidas correspondentes ao desempenho dos alunos nos testes e os índices de dificuldade de cada item. São modelos amplamente utilizados na área de psicologia e educação (DAWSON, 2006; AMANTES, 2009; COELHO, 2011). São modelos probabilísticos, nos quais as estatísticas são realizadas a partir do pressuposto teórico de que , ao responder a um item i , a probabilidade de um sujeito acertar depende basicamente de dois parâmetros, independentes

da amostra e do instrumento (princípio da objetividade específica): um atributo do próprio sujeito (β_v) e um atributo do item (Θ_v), denominados geralmente Proficiência ou Habilidade e Índice de Dificuldade, respectivamente (AMANTES & COELHO, 2013).

Figura 13 - Fórmula do Modelo Probabilístico Rasch.

$$P(x_{vi} = 1 | \beta_v, \theta_i) = \frac{e^{\beta_v - \theta_i}}{1 + e^{\beta_v - \theta_i}}$$

Fonte: Mead(2008)

A Figura 13 mostra a fórmula do modelo probabilístico, no qual P representa a probabilidade de acerto do item i, β_v representa o parâmetro do sujeito v, e, Θ_i representa o parâmetro do item i.

4.4. SÍNTESE DO CAPÍTULO

Nesse capítulo foi feita uma revisão acerca do desenvolvimento cognitivo e da Teoria de Habilidades Dinâmicas, da disciplina de lógica de programação e taxonomias e da modelagem Rasch.

Quanto ao desenvolvimento cognitivo e à teoria das habilidades dinâmicas, estabelecemos que nossa pesquisa adota o referencial neo-piagetiano e que acompanharemos o desenvolvimento das habilidades dos alunos através dos traços latentes, que não podem ser acessados diretamente, mas que podem ser inferidos por meio de interações com o meio externo. Apresentamos vários trabalhos que tratam do desenvolvimento segundo esse referencial, que tem como principal diferença da teoria cognitivista Piagetiana, o tratamento dinâmico dado a todo o processo de desenvolvimento.

Na seção de lógica de programação, apresentamos trabalhos que investigam as dificuldades dos alunos e docentes na prática de ensino e aprendizagem de lógica de

programação. Apresentamos os problemas relatados nestas pesquisas e diversos trabalhos que apontam abordagens que tentam resolver estes problemas. Encontramos trabalhos que também utilizam taxonomias como uma forma de diagnóstico do nível de aprendizagem dos alunos. Diante de todo o material encontrado, mais uma vez confirmamos a importância do nosso trabalho e acreditamos que será uma importante contribuição para a área, pois, a identificação das dificuldades dos alunos em algumas habilidades específicas ou no desenvolvimento de certas habilidades poderá nos dar indícios mais consistentes sobre a realidade que acomete a grande maioria dos alunos de lógica de programação, identificando melhor a origem das repetências e evasões, e contribuindo assim para o melhor entendimento sobre esses processos.

Na seção de Modelagem Rasch e TRI, apresentamos a modelagem e salientamos a importância da escolha desta modelagem para nossa pesquisa, por diversos motivos: escala intervalar em única escala de proficiência dos alunos e dificuldade dos itens, independência da amostra, algoritmos que diferenciam respostas ao acaso, análise de ajuste dos itens.

Consideramos que em termos de mensuração do desenvolvimento dos alunos pautado na Teoria das Habilidades Dinâmicas, a modelagem Rasch se mostra bastante promissora, uma vez que permitirá a mensuração das habilidades dos alunos durante todo o ano letivo, através de uma escala única (logit), que permitirá a comparação entre as ondas de medida e como consequência nos fornecerá parâmetros para interpretar as trajetórias de aprendizagem.

5. METODOLOGIA

Neste capítulo trataremos da construção e validação do sistema categórico, da construção e validação dos instrumentos (testes de conhecimento) construídos a partir deste sistema, e da aplicação dos testes de conhecimento.

A validação foi realizada para que pudéssemos ter maior confiabilidade nos instrumentos e sistema categórico. A primeira validação é a amostral, na qual alunos de 3 turmas do subseqüente responderam aos instrumentos em um teste piloto. A segunda é a validação por pares, na qual o sistema categórico e os instrumentos foram submetidos à validação por 10 juízes.

Em seguida, nos métodos de análise, relataremos como foi realizada a análise qualitativa de categorização das respostas dos testes.

5.1. CONSTRUÇÃO DO SISTEMA CATEGÓRICO

O sistema categórico (TCH – Taxonomia de Complexidade de Habilidades) foi construído a partir dos princípios da Teoria de Habilidades Dinâmicas (FISCHER, 1980) e da análise qualitativa do material didático dos professores do curso de TI.

Para o desenvolvimento do nosso instrumento, primeiramente, foi feita uma análise exploratória qualitativa do material de 3 professores, que lecionam lógica de programação na escola onde foi realizada a pesquisa. Observamos que os 3 materiais tratavam das mesmas habilidades e optamos pela escolha de um material para fazer a identificação das habilidades, pré-requisito para a criação do sistema categórico. O critério de escolha do material foi a organização e a completude. Todos os slides do material teórico, listas de exercícios e avaliações foram analisados, página a página, questão a questão. Esta análise preliminar teve

o objetivo de identificar todas as habilidades requeridas pelos materiais. Exemplos de como foi realizada esta etapa de construção do sistema categórico estão relatados no Quadro 1 e no Quadro 2.

Quadro 1- Habilidades requeridas em atividades – Exemplo 1

Questão	Construa um programa que leia duas notas, calcule e exiba a média ponderada dessas notas. Considere nota1= peso 6 e nota2= peso 4.
Nível de dificuldade da questão	2 (em escala de 1 a 5)
Habilidades necessárias para resolver a questão	<p>a. Interpretação de enunciado (IE)</p> <p>b. Identificar processos, ordens e dependências (IPOD)</p> <p>c. Identificar a natureza das variáveis trabalhadas em um algoritmo (INV)</p> <p>d. Aplicar conhecimento de regras de nomeação de variáveis (ACRNV)</p> <p>e. Identificar as entradas, processamentos e saídas (IEPS)</p> <p>f. Transcrever um enunciado em uma equação matemática (TEEM)</p> <p>g. Transferência da equação matemática em uma linguagem algorítmica (TEMLA)</p>

Fonte: dados da pesquisa

Quadro 2 - Habilidades requeridas em atividades – Exemplo 2

Questão	Construa um programa que leia um número inteiro entre 20 e 59 e mostre seu extenso. Exiba um erro se o número estiver fora do intervalo.
Nível de dificuldade da questão	3 (em escala de 1 a 5)
Habilidades necessárias para resolver a questão	<p>a. Identificar processos, ordens e dependências (IPOD)</p> <p>b. Trabalhar com várias variáveis que mudam de valor ao mesmo tempo (TVMV)</p> <p>c. Aplicar conhecimento de regras de nomeação de variáveis (ACRNV)</p> <p>d. Identificar a natureza das variáveis trabalhadas em um algoritmo (INV)</p> <p>e. Habilidade em aplicar conhecimento da primitiva de leitura (do teclado) (HACPLT)</p> <p>f. Aplicar conhecimento matemático - Habilidade de nomear um número através de sua estrutura matemática (HNNEM)</p> <p>g. Aplicar conhecimentos sobre estruturas de decisão compostas (ACEDC)</p> <p>h. Aplicar conhecimentos de aninhamento (encadeamento em estruturas de decisão) (ACADED)</p> <p>i. Aplicar conhecimentos de concatenação em estruturas de decisão (ACCED)</p> <p>j. Identificar entradas, processamentos e saídas (IEPS)</p>

Fonte: dados da pesquisa

Em cada um dos dois exemplos dados, uma questão foi analisada e como consequência várias habilidades foram elencadas como necessárias para a sua resolução. As siglas ao lado de cada habilidade são as rubricas que inicialmente foram atribuídas de acordo com as letras iniciais de cada habilidade. Por exemplo, a habilidade “Identificar processos, ordens e dependências” gerou a rubrica IPOD. O levantamento inicial das habilidades gerou 147 habilidades distintas. Uma amostra destas habilidades está relatada no Quadro 3.

Quadro 3 - Exemplo das habilidades encontradas em atividades

DESCRIÇÃO	SIGLA
Identificar processos, ordens e dependências	IPOD
Ordem das ideias	OI
Aplicação de Lógica sem programação	ALSP
Trabalhar com várias variáveis que mudam de valor ao mesmo tempo	TVMV
Construção de novo significado - programa	CSP
Construção de novo significado - instrução	CSI
Interpretação de Enunciados	IE
Subdivisão do problema em problemas menores	SPM
Identificar que existem várias soluções para um algoritmo	IVSA

Fonte: dados da pesquisa

Levantadas as habilidades, resolvemos agrupá-las sob o critério de habilidades comuns, ou seja, da mesma natureza. Vale ressaltar que a questão de agrupamento por *natureza* foi alvo de mudança ao longo de todo o processo. No início do processo, após identificarmos todas as habilidades, a definição de agrupamento por *natureza* compreendia as habilidades que continham as mesmas características específicas em termos de articulação do raciocínio lógico relativo a um conceito. Logo, podemos ver no Quadro 4 que os agrupamentos estão ligados ao *verbo/ação* de “construção do constructo”. Neste quadro, referente a uma parte das habilidades de mesma *natureza*, na definição de natureza até então (*verbo/ação*), estão listadas somente as habilidades de “construção de constructos” referentes ao conceito laço. Porém, a construção de outros tipos de constructos, a exemplo de matrizes e estruturas de decisão, também remetem a habilidades desta mesma natureza. Assim, como as habilidades de “reconhecimento de outros constructos” (estruturas de decisão, matrizes, entre outros) seriam enquadradas, neste momento inicial, em um agrupamento de outra natureza comum, por se tratarem do mesmo *verbo/ação*. Mais precisamente, seriam as habilidades de “reconhecer estruturas de decisão” em um pseudocódigo, por exemplo, “reconhecer matrizes”, etc.

Depois de agrupadas, as habilidades foram organizadas por nível de complexidade. Uma parte do agrupamento das habilidades desta natureza de “construção de constructo”, referente à separação da natureza por verbo/ação, pode ser melhor visualizado no Quadro 4.

Quadro 4 - Agrupamento de atividades da mesma natureza (construção de constructo)

DESCRÍÇÃO	SIGLA
Construção de novo constructo - Laço / Loop	CL1
Construção de novo constructo - Laço / Loop - Laço contado	CL2
Construção de novo constructo - Laço / Loop - Laço condicional	CL3
Construção de novo constructo - Laço / Loop - variável contadora	CL4
Construção de novo constructo - Laço / Loop - variável acumuladora	CL5
Construção de novo constructo - Laço / Loop - Laço Enquanto .. Faça	CL6
Construção de novo constructo - Laço / Loop - Laço Repita ... até	CL7
Construção de novo constructo - Laço / Loop - Laço Para ... até	CL8
Construção de novo constructo - Laço / Loop - Repetição Encadeada	CL9

Fonte: dados da pesquisa

Observa-se também que as rubricas das habilidades foram alteradas no sentido de identificar as atividades que têm a mesma natureza, não mais obedecendo à regra de nomeação a partir das letras iniciais da habilidade. Os números que fazem parte da rubrica representam o nível de complexidade. No exemplo no Quadro 4, “Construção de um novo constructo – Laço/Loop” é a habilidade menos complexa e “Construção de um novo constructo – Laço/Loop – Repetição Encadeada” representa a habilidade mais complexa da habilidade geral “Construção de um novo constructo – Laço/Loop”.

Todo esse levantamento gerou inúmeras habilidades agrupadas de acordo com a natureza. Ou seja, tínhamos até este momento vários agrupamentos de habilidades ancorados por um *verbo/ação* principal sobre determinado conteúdo. Ao final deste momento, chegamos a um impasse, que resultou em uma necessidade de tomada de decisão metodológica. Ao nosso ver, não poderíamos considerar que as habilidades de “construir um constructo estrutura de decisão” e “construir um constructo matrizes unidimensionais” deveriam ter a mesma natureza, pois se tratam de conteúdos e complexidade diferentes. Tomamos então a decisão

metodológica de mudar o conceito de orientação da natureza, passando a contar a partir deste momento com o conteúdo como elemento balizador do agrupamento. Portanto, nossas habilidades a partir deste momento estavam agrupadas pelos grandes blocos de conteúdo. Chegamos, então, a um sistema categórico intermediário, orientado por conteúdo e contendo elementos que representavam diferentes *verbos/ações* relacionados a estes conteúdos (no Quadro 5 podemos ver uma parte dele). Mas, ainda assim, percebemos a necessidade de simplificá-lo, pois um número tão grande de habilidades fortemente dissociadas iria dificultar a construção dos instrumentos a serem respondidos pelos alunos. Precisávamos de uma estrutura mais enxuta, pois as habilidades requeridas teriam que ser repetidas em vários itens e em diferentes testes, para que a calibração da modelagem Rasch convergisse e a identificação dos níveis das habilidades para investigar a evolução dos alunos fosse feita. Em termos do esclarecimento sobre a formação dos instrumentos, uma questão poderia ser formada por um ou mais itens.

Outro motivo para reduzir o número de habilidades do sistema categórico é que esta quantidade influencia diretamente na quantidade de itens de questões dos instrumentos a serem respondidos pelos alunos. Quanto maior o número de habilidades no sistema categórico, maiores teriam que ser os instrumentos. Porém, temos como limitação o tempo para que os alunos respondam a estes testes e o nível de estresse que poderíamos causar a estes alunos, tendo em vista que o número de instrumentos a responder durante todo o ano letivo é significativo. Além da queda da qualidade dos dados, pela exaustão dos respondentes.

Quadro 5 - Sistema categórico intermediário

Nível 0	Nível 1	Nível 2
Laço - LA	Construção do significado - LACS	Construção de novo constructo - Laço / Loop (LACS1)
		Construção de novo constructo - Laço / Loop - Laço contado (LACS2)
		Construção de novo constructo - Laço / Loop - Laço condicional (LACS3)
		Construção de novo constructo - Laço / Loop - variável contadora (LACS4)
		Construção de novo constructo - Laço / Loop - variável acumuladora (LACS5)
		Construção de novo constructo - Laço / Loop - Laço Enquanto .. Faça (LACS6)
		Construção de novo constructo - Laço / Loop - Laço Repita ... Até (LACS7)
		Construção de novo constructo - Laço / Loop - Laço Para ... Até (LACS8)
		Construção de novo constructo - Laço / Loop - Repetição Encadeada (LACS9)
	Reconhecer o significado - LARS	Identificar o constructo de laço contado no pseudo código (LARS1)
		Identificar o constructo de laço condicional no início do algoritmo no pseudo código (LARS2)
		Identificar o constructo de laço condicional no fim do algoritmo no pseudo código (LARS3)
		Identificar uma variável contadora no pseudo-código (LARS4)
		Identificar uma variável acumuladora no pseudo-código (LARS5)
		Identificação do laço Enquanto-Faça no pseudo-código (LARS6)
		Identificação do laço Repita ... Até no pseudo-código (LARS7)
		Identificação do laço Para ... Até no pseudo-código (LARS8)
		Identificação do Constructo Repetição Encadeada no Algoritmo (LARS9)
Aplicar o conceito - LAAC	Aplicar conhecimentos da estrutura de laço Enquanto-Faça (LAAC1)	Aplicar conhecimentos da estrutura de laço Enquanto-Faça (LAAC1)
		Aplicar conhecimentos da estrutura de laço Repita-Até (LAAC2)
		Aplicar conhecimentos da estrutura de laço Para-Até (LAAC3)
		Habilidade em usar estruturas de repetição de acordo com o problema (LAAC4)

Fonte: dados da pesquisa

Logo, como decisão final, decidimos dividir o sistema categórico em dois grandes blocos de conteúdo: estruturas de programação (EP) e conhecimento matemático (CM). Cada um destes blocos contém vários conceitos que são divididos em 4 níveis de habilidades em ordem hierárquica de complexidade. Neste sistema categórico final, a natureza continua sendo baseada nos conteúdos.

O bloco EP (Quadro 6) contém os seguintes conceitos: a) estruturas de decisão, b) laço / loop, c) matrizes unidimensionais, d) matrizes bidimensionais.

Já o bloco CM (Quadro 7) contém os seguintes conceitos: a) regra de 3, b) percentual, c) conversão de moedas, d) fórmulas matemáticas, e) padrão de comportamento.

Importante citar que, por razões operacionais, para conseguir o objetivo de simplificar ao máximo o sistema categórico, outros conceitos foram excluídos do bloco CM. Foram estes: números pares, números primos, conversão em centímetros e milímetros, nomeação de números através da sua estrutura, figuras geométricas. Importante também afirmar que não excluímos conceito algum das estruturas de lógica de programação.

No bloco CM, excluímos o conceito figuras geométricas, pois os alunos do primeiro ano ainda não haviam trabalhado com geometria plana. A conversão em centímetros e

milímetros foi excluída pois já estávamos trabalhando com conversão de moedas. Números pares, primos e nomeação de números através da sua estrutura, infelizmente, tiveram que ser retirados por eliminação e escolha dos conteúdos mais importantes, por necessidade de enxugar a estrutura.

Quadro 6 - Bloco de conteúdo de Estruturas de Programação (EP)

HABILIDADES	
ESTRUTURAS DE PROGRAMAÇÃO - EP	LAÇO - EPCL
	Reconhecer um laço, seus tipos e variáveis em um pseudo-código - EPCLI
	Reconhecer a necessidade de utilização de um laço - EPCLII
	Interpretar um laço em um pseudo-código ou programa / Explicar a utilização de um laço - EPCLIII
	Aplicar a estrutura de um laço (programando) - EPCLIV
	ESTRUTURA DE DECISÃO - EPED
	Reconhecer uma estrutura de decisão e seus tipos em um pseudo-código - EPEDI
	Reconhecer a necessidade de utilização de uma estrutura de decisão - EPEDII
	Interpretar uma estrutura de decisão em um pseudo-código ou programa / Explicar uma estrutura de decisão - EPEDIII
	Aplicar a estrutura de decisão (programando) - EPEDIV
MATRIZES UNIDIMENSIONAIS - EPMU	MATRIZES UNIDIMENSIONAIS - EPMU
	Reconhecer uma matriz unidimensional em um pseudo-código - EPMUI
	Reconhecer a necessidade de utilização de matrizes unidimensionais - EPMUII
	Interpretar matrizes unidimensionais em um pseudo-código ou programa / Explicar a utilização de matrizes unidimensionais - EPMUIII
MATRIZES BIDIMENSIONAIS - EPMB	MATRIZES BIDIMENSIONAIS - EPMB
	Reconhecer uma matriz bidimensional em um pseudo-código - EPMBI
	Reconhecer a necessidade de utilização de matrizes bidimensionais - EPMBII
	Interpretar matrizes bidimensionais em um pseudo-código ou programa / Explicar a utilização de matrizes bidimensionais - EPMBIII
	Aplicar matrizes bidimensionais (programando) - EPMBIV

Fonte: dados da pesquisa

Quadro 7 - Bloco de conteúdo de conhecimento matemático (CM)

HABILIDADES	
CONHECIMENTO MATEMÁTICO - CM	Habilidade em reconhecer a regra de 3 - CMTRI Habilidade em reconhecer e explicar a regra de 3 - CMRTII Habilidade em reconhecer, explicar e resolver a regra de 3 - CMRTIII Habilidade em reconhecer, explicar, resolver e transpor em algoritmos a regra de 3 - CMRTIV
	Habilidade em reconhecer percentuais - CMPEI Habilidade em reconhecer e explicar percentuais - CMPEII Habilidade em reconhecer, explicar e resolver percentuais - CMPEIII Habilidade em reconhecer, explicar, resolver e transpor em algoritmos percentuais - CMPEIV
	Habilidade em reconhecer a conversão de moedas - CMMOI Habilidade em reconhecer e explicar a conversão de moedas - CMMOII Habilidade em reconhecer, explicar e resolver a conversão de moedas - CMMOIII Habilidade em reconhecer, explicar, resolver e transpor em algoritmos a conversão de moedas - CMMOIV
	Habilidade em reconhecer fórmulas matemáticas - CMFMI Habilidade em reconhecer e explicar fórmulas matemáticas - CMFMII Habilidade em reconhecer, explicar e resolver fórmulas matemáticas - CMFMIII Habilidade em reconhecer, explicar, resolver e transpor em algoritmos em fórmulas matemáticas - CMFMIV
	Habilidade em reconhecer padrões de comportamento - CMPCI Habilidade em reconhecer e explicar padrões de comportamento - CMPCII Habilidade em reconhecer, explicar e resolver padrões de comportamento - CMPCIII Habilidade em reconhecer, explicar, resolver e transpor em algoritmos padrões de comportamento - CMPCIV

Fonte: dados da pesquisa

Como já informamos, cada conceito (agrupamento final de conteúdo) é dividido em quatro habilidades em diferentes níveis hierárquicos, do menos complexo ao mais complexo. Esta ordem de complexidade obedece à escala Guttman (GUTTMAN, 1944). Isto quer dizer que a habilidade de segundo nível abrange a habilidade de primeiro nível, assim como a do terceiro nível abrange as duas habilidades dos níveis antecessores e assim por diante. Para que o aluno possua a habilidade de lidar com o conteúdo laço (EP) nos mais diversos aspectos,

primeiramente é necessário que ele reconheça um laço e seus tipos de variáveis em um pseudocódigo (EPCLI), depois é necessário que ele saiba reconhecer a necessidade de utilização de um laço, diante de um problema dado (EPCLII), em seguida é necessário que ele saiba interpretar um laço em um pseudocódigo e/ou explicar a utilização de um laço (EPCLIII). Por último, é necessário que o aluno saiba aplicar/programar a estrutura de um laço (EPCLIV). Podemos observar que cada habilidade subsequente depende das anteriores.

Da mesma forma, para que o aluno possua a habilidade de lidar com fórmulas matemáticas (CMFM) nos mais diversos aspectos, primeiramente é preciso que ele saiba reconhecer uma fórmula matemática (CMFMI), depois é necessário que ele saiba explicar uma fórmula matemática (CMFMII), em seguida é necessário que ele saiba resolver uma fórmula matemática (CMFMIII). Enfim, é necessário que o aluno saiba transpor em algoritmo e/ou linguagem de programação uma fórmula matemática (CMFMIV).

Este sistema categórico, organizado de forma hierárquica, tem estrutura semelhante ao desenvolvido por Dawson (2006), com o objetivo de estudar a aquisição do conceito de energia. Nossa sistema categórico (TCH) serviu como base para a construção dos instrumentos de coleta (testes) respondidos pelos alunos. Os itens requerem as habilidades deste sistema. Cada item demandou somente um nível de habilidade de determinado conteúdo. Chegamos a esta decisão porque tivemos alguns problemas no teste piloto, pois não foi possível dissociar as habilidades exigidas em alguns itens.

Importante ressaltar que a TCH foi desenvolvida baseada em teorias com aporte na estrutura de complexidade hierárquica para designar traços latentes (FISCHER, 1980; CASE, 1992, 1996, COMMONS, 2008, BIGGS E COLLIS, 1982). Nessa perspectiva, a estrutura abstrata que representa o que o aluno faz ou pensa em determinado contexto é composta por habilidades menores (de menor nível de complexidade) coordenadas. Ao desenvolver uma habilidade em um nível de complexidade maior, as habilidades dos níveis anteriores são

combinadas ou modificadas por um conjunto de regras de transformação (FISCHER, 1980; PARZIALE, 1998)

No que se refere a uma possível avaliação dos alunos por parte dos professores, estas mudanças qualitativas, que percebemos nos diferentes níveis de complexidade da TCH, nos indicam marcos, que podem ser utilizados pelos professores para medir o progresso dos estudantes de um momento para o outro (PARZIALE, 1998) . Dessa forma, ao perceber as dificuldades dos alunos em determinada habilidade em um nível de complexidade identificado, há a possibilidade de atender melhor aos alunos já que é possível a identificação do problema de maneira prática. Este não é o objetivo principal da nossa pesquisa no momento, mas ressaltamos que há possibilidades de intervenções a partir da identificação dos problemas.

5.2. ESTUDO PILOTO

A fim de validar o instrumento construído para avaliar o desenvolvimento das habilidades abstratas dos alunos, assim como o sistema categórico no qual este foi baseado, fizemos uma validação amostral, através de um estudo piloto. Aplicamos o instrumento em três turmas, do primeiro, segundo e quarto semestres da modalidade subsequente, totalizando 30 alunos. As respostas foram tabuladas e categorizadas (Quadro 8) de acordo com a TCH.

Quadro 8 - Tabulação das respostas dos alunos para a validação amostral

ALUNO	PERÍODO	SEXO	QUESTÃO 1A			QUESTÃO 1B			
			Q1a	CMEQI	CMEQII	Q1b	CMEQI	CMEQII	CMEQIII
1	4	F	Para resolver esta equação, primeiro resolve-se o que está entre parêntesis, depois resolve-se o que está entre conchetes e depois resolve-se o que está entre chaves	1	1	$[100-(5+9)*3]=58$	1	1	1
2	4	M	Resolve-se primeiro o que está entre parêntesis, depois colchetes e depois chaves	1	1	$[[100-(14)*3]+[(4)+(4)*(8)/4]]$	1	1	1
3	4	M	Funciona da seguinte forma. Executa-se primeiramente o que está entre "()" depois "[]" e em seguida "{}"	1	1	Primeiramente executamos os "()" depois fazemos a multiplicação dos resultados dos valores somados nos "[]" e em seguida a subtração do produto da multiplicação com o valor 100	1	1	1
4	4	M	A equação realiza cálculo matemático, priorizando parêntesis, seguidos dos cálculos nos colchetes.	1	0	Priorizar o cálculo dentro dos parênteses	1	1	1

Fonte: dados da pesquisa

O Quadro 8 representa a tabulação das respostas dos alunos a duas questões do teste piloto. Já na Figura 14, foi dada uma equação e duas questões abertas para os alunos resolverem. Para avaliar questões abertas, categorizamos as possíveis respostas em no máximo quatro níveis hierárquicos de complexidade do sistema categórico (maior nível da questão). As respostas dos alunos, nestas questões abertas, poderiam atingir até o nível da questão. A questão letra a era do nível 2 (explicar uma equação ou fórmula) e a questão letra b era do nível 3 (resolver uma equação ou fórmula).

Figura 14 - Questão 1 do teste piloto

Questão 01

$$\{[100-(5+9)*3] + [(8/2)+(4/1)*(2+6) / 4]\}$$

- Explique como funciona esta equação? Quais as regras de resolução?
- Explicita a primeira linha da execução

Fonte: dados da pesquisa

Esclarecemos que não foi possível utilizar os métodos da família Rasch nesta validação, pois, a amostra é reduzida. Primeiramente, a quantidade de respondentes não era satisfatória e as matrizes de resposta também continham muitos elementos faltantes, o que

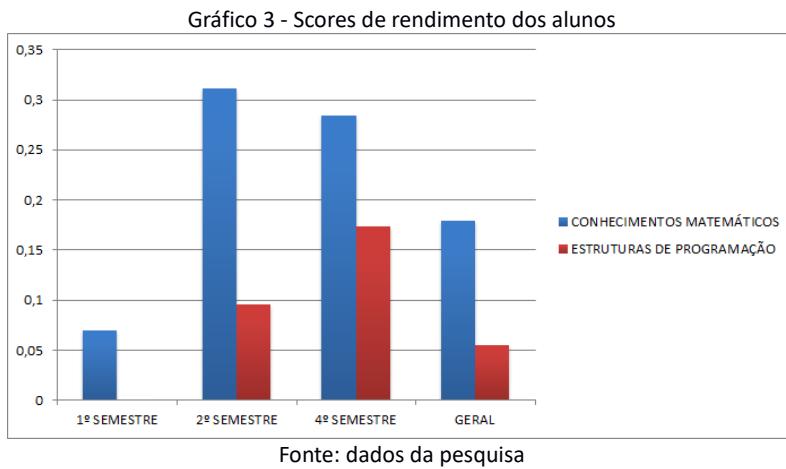
eliminaria a hipótese de uso destes métodos. Mas, apesar de não termos dados suficientes para trabalhar de forma quantitativa, em todas as suas possibilidades, a validação foi extremamente importante de forma qualitativa, tanto para remodelar os instrumentos, como o sistema categórico (TCH). Cogitamos fazer outro teste piloto, mas tínhamos a limitação de tempo, pois nossa coleta iria durar 1 ano letivo, e acabou durando 1 ano e meio devido às greves. O teste piloto, na íntegra, está disponível no apêndice 3.

Diante dos fatos e acontecimentos relatados, como escolha metodológica de análise, optamos nesta validação amostral por trabalhar em um nível macro, utilizando como referência os grupos macros de conteúdo: conhecimento matemático (CM) e estruturas de programação (EP).

De forma geral, os alunos não obtiveram um bom rendimento ao responder o piloto. Isto pode ter ocorrido devido a algumas condições adversas como muita chuva no dia da aplicação, que levou a uma diminuição considerável no tempo para as respostas, além da aplicação do instrumento ter ocorrido depois de uma avaliação para nota. Pudemos perceber também o pouco comprometimento por parte dos alunos.

Com relação ao desempenho dos alunos ao responder o instrumento, as médias foram muito baixas tanto com relação ao conhecimento matemático (CM) quanto em relação às estruturas de programação (EP). A média geral em relação a esses dois tipos de conhecimento foi $M= 0,18$, $SD= 0,19$ para Conhecimento Matemático e $M=0,06$, $SD= 0,16$ para Conhecimento em Estrutura de Programação. Os alunos do segundo e quarto semestres ainda resolveram alguns itens de EP, média normalizada $M= 0,09$, $SD= 0,24$ e $M= 0,17$ e $SD= 0,17$ para conhecimento matemático e estrutura de programação, respectivamente. Já os alunos do primeiro semestre não resolveram nenhum item (média zero), pois não haviam estudado o assunto ainda. Esse resultado pode ser observado no Gráfico 3, no qual a barra azul representa a

média normalizada dos alunos em conhecimento matemático e a barra vermelha representa a média normalizada dos alunos em estruturas de programação.



Dessa forma, podemos avaliar que os alunos evidenciam, ainda que com pouca propriedade em virtude do baixo escore, um conhecimento na dimensão matemática maior que o conhecimento na dimensão de estruturas de programação, mesmo aqueles que já passaram pela disciplina. Para os que estão no quarto semestre a média foi ligeiramente maior do que as do segundo semestre e não tivemos respostas satisfatórias em relação à estrutura de programação no primeiro semestre, que demonstrou também o menor conhecimento no campo da matemática. Isto já é um indicativo de que o curso tem algum resultado, instrui de alguma forma, uma vez que obtivemos níveis de entendimento em relação aos dois campos maiores no segundo e quarto semestres.

Os alunos do quarto semestre tiveram um resultado melhor do que os alunos do segundo com relação a EP. Este número pode ser explicado pelo fato de estas estruturas serem recorrentes em todas as disciplinas de programação durante o curso, e pelo fato de o aluno sempre estar em contato com elas. Logo, há um indicativo de amadurecimento do aluno em relação a esse tipo de conhecimento.

Com relação ao conhecimento matemático (CM), os alunos do primeiro semestre conseguiram resolver alguns itens ($M=0,07$, $SD= 0,06$), mas a média foi muito baixa em

relação aos alunos do segundo ($M=0,31$, $SD=0,20$) e do quarto semestre ($M=0,28$, $SD=0,28$).

Ainda assim, a média dos alunos do segundo e quarto semestres ainda foi baixa. A melhora do CM a partir do segundo semestre pode ser um indício de que a disciplina de matemática, lecionada no primeiro semestre, faz diferença no curso. Ou, pode ser devido ao amadurecimento dos alunos durante o curso, com relação à aplicação de conteúdos matemáticos a lógica de programação. A diferença do rendimento em CM dos alunos do segundo e quarto semestre não foi significativa.

Apesar de os scores terem sido baixos tanto em conhecimentos matemáticos quanto em estruturas de programação, todas as turmas atingiram melhores escores em conhecimentos matemáticos.

Com relação ao instrumento, observamos que alguns itens deveriam ser retirados ou reformulados, pois não foram respondidos pelos alunos de nenhuma série. Isto pode significar que os alunos não mobilizam o conhecimento requerido nesses itens, ou que os itens não estão acessando as habilidades dos mesmos. Alguns itens também se mostraram incapazes de acessar cada nível de habilidade individualmente, dissociando-os. Isso levou à decisão de construir o instrumento de coleta com cada item correspondendo a um nível do sistema categórico de habilidades, não havendo assim mais a necessidade de dissociar vários níveis da mesma habilidade em um mesmo item.

Em relação às habilidades do sistema categórico que estavam contempladas nos itens, percebemos que algumas eram tão intrínsecas, que não conseguíamos dissociá-las no instrumentos, e por isso tivemos que reformular / eliminar do sistema categórico.

Ainda com relação à resposta dos alunos, houve alguns níveis de habilidade que não foram atingidos por nenhum aluno perante as respostas do instrumento piloto, o que indica que a questão precisava ser reformulada, pois não conseguimos ninguém que atingisse estes níveis.

Enfim, a aplicação do piloto contribuiu tanto para a adequação do sistema de habilidades (TCH) quanto para a reelaboração dos instrumentos de coleta de dados. A partir da análise exploratória da resposta dos alunos, pudemos observar se as questões estavam realmente capturando os níveis de habilidade da TCH, assim como pudemos perceber se os níveis do sistema categórico (TCH) eram acessíveis da forma como foram descritos.

Como resultado da aplicação do piloto, retiramos ou reformulamos algumas questões por estas não conseguirem capturar o nível de habilidade dos alunos, e o sistema categórico sofreu modificações quanto a alguns níveis de habilidades que não puderam ser dissociados, ou seja, que não puderam ser isolados em alguma questão. A maior contribuição do teste piloto foi a decisão de mudança na estrutura do próximo instrumento de coleta (o reformulado), que foi aplicado no ano letivo de 2014. Decidimos que, ao construir o instrumento de coleta, cada item iria corresponder a um nível do sistema categórico de habilidades, não havendo assim mais a necessidade de dissociar vários níveis da mesma habilidade em uma mesma questão. Exemplificaremos abaixo algumas reformulações que foram feitas para nos possibilitar acessar as habilidades da TCH em cada questão.

A Figura 15 representa a questão 02 do teste piloto. Nesta questão, gostaríamos de saber se o aluno reconheceu a estrutura laço (EPCLI), se ele soube interpretar um laço em um pseudocódigo ou programa (EPCLIII), se ele soube reconhecer a estrutura de decisão (EPEDI), se soube interpretar uma estrutura de decisão em um pseudocódigo ou programa (EPEDIII), além de outras habilidades que já foram suprimidas do sistema categórico atual.

Caso o aluno tenha acertado a questão, sabíamos que ele soube reconhecer e interpretar as estruturas de laço e estrutura de decisão. Caso contrário, não saberíamos se ele conseguiu reconhecer mas não soube interpretar no pseudocódigo, ou seja, foi impossível dissociá-las.

Figura 15 - Questão 02 do teste piloto

Questão 02

```
Program Questao2;  
var i:integer;  
  
begin  
    i := 1;  
  
    while (i < 100) do  
    begin  
        if (i mod 4 = 0) then  
        begin  
            writeln(i);  
        end;  
        i:= i + 3;  
    end  
end.
```

Coloque V para verdadeiro e F para falso:

- a) O programa imprime todos os múltiplos de 3
- b) O programa imprime os números pares
- c) O programa imprime múltiplos de 4
- d) O programa imprime 100 números
- e) O programa imprime todos os múltiplos de 4

Fonte: dados da pesquisa

Assim, resolvemos construir itens mais específicos, que tinham como objetivo saber se o aluno tinha cada uma destas habilidades individualmente. Foi necessário dividir esta questão em 4 itens diferentes para atingir o nosso objetivo. Logo, para saber se o aluno consegue reconhecer a estrutura de laço (EPCLI), desenvolvemos o item da Figura 16; para saber se o aluno consegue interpretar uma estrutura de laço em um pseudocódigo (EPCLIII), desenvolvemos o item da Figura 17; para saber se o aluno consegue reconhecer a estrutura de decisão (EPEDI), desenvolvemos o item da Figura 18; e, para saber se o aluno consegue interpretar uma estrutura de decisão em um laço ou pseudocódigo (EPEDIII), desenvolvemos o item da Figura 19. Todos os itens de todos os instrumentos seguem esta linha de construção.

Figura 16 - Item que representa a habilidade EPCLI

1) O código abaixo implementa que estrutura de programação?

```
Program QuestaoX ;
var i: integer;
Begin
  i := 1;
  While (i < 100) do
    begin
      writeln(i);
      i := i + 3;
    end;
  readln();
End.
```

- a) laço / loop / estrutura de repetição
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas

Fonte: dados da pesquisa

Figura 17 - Item que representa a habilidade EPCLIII

2) De acordo com o código abaixo, coloque V para verdadeiro e F para falso:

```
Program QuestaoX ;
var i: integer;
Begin
  i := 1;
  While (i < 100) do
    begin
      writeln(i);
      i := i + 3;
    end;
End.
```

- (V) (F) 1 2 3 4 5 são os cinco primeiros números gerados pelo código
- (V) (F) 1 4 7 10 13 são os cinco primeiros números gerados pelo código
- (V) (F) 1 3 5 7 9 são os cinco primeiros números gerados pelo código
- (V) (F) 1 3 6 9 12 são os cinco primeiros números gerados pelo código
- (V) (F) 88 91 94 97 100 são os últimos números gerados pelo código
- (V) (F) 85 88 91 94 97 são os últimos cinco números gerados pelo código

Fonte: dados da pesquisa

Figura 18 - Item que representa a habilidade EPEDI

10) Qual a estrutura de programação predominante no código abaixo?

```
if (((i / 3) = 0) and ((i / 4) = 0)) then
begin
    writeln('i é divisível por 12');
end
else if (((i / 3) = 0)) then
begin
    writeln('i é divisível por 3');
end
else if (((i / 4) = 0)) then
begin
    writeln('i é divisível por 4');
end
```

- a) laço
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas

Fonte: dados da pesquisa

Figura 19 - Item que representa a habilidade EPEDIII

5) Quais os descontos obtidos em cada compra, se Maria comprou 130 reais de picanha, depois, 72 reais em copos descartáveis e depois, 69 reais em filet mignon?

Se ((ValorCompra > 100) e (CategoriaProduto = "Perecível")) Então
Desconto = 20%

Senão Se (ValorCompra > 100) e (CategoriaProduto = "NãoPerecível") Então
Desconto = 15%

Senão Se (ValorCompra > 80) e (CategoriaProduto = "Perecível") Então
Desconto = 18%

Senão Se (ValorCompra > 80) e (CategoriaProduto = "NãoPerecível") Então
Desconto = 13%

Senão Se (ValorCompra > 70) e (CategoriaProduto = "Perecível") Então
Desconto = 16%

Senão Se (ValorCompra > 70) e (CategoriaProduto = "NãoPerecível") Então
Desconto = 11%

Senão
Desconto = 0%

- a) 15%, 11%, 0%
- b) 20%, 16%, 11%
- c) 20%, 11%, 0%
- d) 20%, 11%, 16%
- e) 16%, 13%, 0%

Fonte: dados da pesquisa

5.3. VALIDAÇÃO POR PARES

Com o objetivo de validar o instrumento construído para avaliar o desenvolvimento das habilidades dos alunos, assim como o sistema categórico no qual este foi baseado, fizemos também uma validação por pares. De acordo com Silva e Martins (2009), que realizaram um trabalho de avaliação de livros didáticos através de um sistema categórico e por meio da concordância intercodificadores (entre avaliadores), a noção de um bom sistema de categorização precisa ser razoavelmente independente do pesquisador e claramente enunciar os critérios e princípios de codificação (avaliação). A confiabilidade intercodificadores (entre avaliadores) é o processo para assegurar essas qualidades.

Os avaliadores foram os professores da área de TI (Tecnologia da Informação) do curso técnico em informática da escola onde foi realizada a pesquisa. No total, 10 professores participaram da validação. O processo de validação foi dividido em três partes: construção do questionário de validação, aplicação do questionário e análise das respostas dos professores.

a) Questionário de Validação

O questionário de validação foi construído contendo as seguintes partes: a) carta convite para a validação; b) texto contendo uma apresentação sucinta da pesquisa; c) instrumento de validação com 20 questões.

No texto de apresentação, procuramos dar uma visão geral da pesquisa, tornando o juiz mais familiarizado com a investigação para responder o questionário. O questionário contém questões de dois tipos. O primeiro tipo (Figura 20) requer que o juiz ordene um conjunto de 4 habilidades, da menos complexa à mais complexa. Estas habilidades fazem parte da TCH, na qual cada conceito de estrutura de programação (EP) ou conhecimento matemático (CM) é dividido em 4 habilidades diferentes ordenadas por nível de complexidade. O objetivo deste tipo de questão é saber se os juízes concordam tanto com as

habilidades do nosso sistema categórico, quanto com a ordem de complexidade que nós atribuímos para os itens que representavam as habilidades. Todas as questões deste primeiro tipo dispõem de um espaço para justificativa da resposta (opcional) e outro espaço para que os juízes possam colocar outras habilidades que achem necessárias para aquele conceito. A Figura 20 é um exemplo desse tipo de questão. Nela, há um enunciado sobre laços em que o juiz deve elencar as habilidades necessárias em ordem de complexidade.

Figura 20 - Questão do tipo Ordenação de Habilidades

Questão 01

Considerando que os itens abaixo representam habilidades em diferentes níveis hierárquicos, necessários ao entendimento do conceito de laço, numere as habilidades em ordem crescente de nível de complexidade (de 1 para a habilidade menos complexa a 4 para a habilidade de maior nível de complexidade).

- Interpretar um laço em um pseudocódigo ou programa / Explicar a utilização de um laço em um pseudocódigo ou programa
- Reconhecer um laço, seus tipos e variáveis em um pseudocódigo ou programa
- Aplicar a estrutura de um laço (programar um laço em um pseudocódigo ou programa)
- Reconhecer a necessidade de utilização do laço diante de um problema enunciado

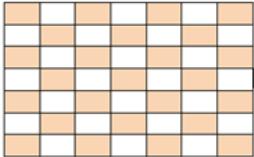
Justifique a sua escolha:

Além das habilidades acima, você citaria outras?

Fonte: dados da pesquisa

O segundo tipo de questão requer que o juiz identifique qual nível de habilidade que determinado conteúdo demanda do aluno para responder à questão. A Figura 21 é um exemplo deste tipo de questão, na qual é exibida uma questão de matrizes com resposta de múltipla escolha, e o juiz tem que escolher em qual nível de habilidade se encaixa esta questão.

Figura 21 - Questão de identificação do nível de habilidade em determinado conteúdo

<p>2) Qual a fórmula que você utilizaria para formar esta figura?</p>  <p>a) Se $((i \div 2) = 0) \text{ e } ((j \div 2) \neq 0)$ ou $((i \div 2) \neq 0) \text{ e } ((j \div 2) = 0)$ \rightarrow Bege Senão \rightarrow Branco</p> <p>b) Se $((i \div 2) \neq 0) \text{ e } ((j \div 2) = 0)$ ou $((i \div 2) = 0) \text{ e } ((j \div 2) \neq 0)$ \rightarrow Branco Senão \rightarrow Bege</p> <p>c) Se $((i \div 2) \neq 0) \text{ e } ((j \div 2) = 0)$ e $((i \div 2) = 0) \text{ e } ((j \div 2) \neq 0)$ \rightarrow Branco Senão \rightarrow Bege</p> <p>d) Se $((i \div 2) \neq 0) \text{ e } ((j \div 2) \neq 0)$ ou $((i \div 2) = 0) \text{ e } ((j \div 2) = 0)$ \rightarrow Bege Senão \rightarrow Branco</p> <p>e) Se $((i \div 2) \neq 0) \text{ e } ((j \div 2) \neq 0)$ ou $((i \div 2) = 0) \text{ e } ((j \div 2) = 0)$ \rightarrow Branco Senão \rightarrow Bege</p> <p>a) Interpretar matrizes bidimensionais em um pseudocódigo ou programa / Explicar a utilização de matrizes bidimensionais em um pseudocódigo ou programa</p> <p>b) Reconhecer uma matriz bidimensional em um pseudocódigo ou programa</p> <p>c) Aplicar matrizes bidimensionais (programar uma matriz bidimensional em um pseudocódigo ou programa)</p> <p>d) Reconhecer a necessidade de utilização de matrizes bidimensionais diante de um problema enunciado</p> <p>e) Tenho outra opinião: _____</p> <p>Observações _____ _____</p>
--

Fonte: dados da pesquisa

b) Análise das respostas dos juízes

A validação do instrumento foi feita através da análise de concordância entre juízes, utilizando o coeficiente Kappa. O coeficiente Kappa tem suas origens na área de psicologia (COHEN, 1960) e consiste no grau de concordância ou aceitação das respostas entre diferentes juízes. Este grau de concordância é resultado da proporção entre a concordância observada (Po) e a concordância devida ao acaso (Pa). Esta medida de concordância pode ter valor mínimo 0 - sem acordo até 1 - acordo perfeito (Tabela 1). No nosso caso, fizemos o cálculo da concordância entre o que estamos considerando como válido na nossa taxonomia e nos nossos instrumentos, de acordo com o nosso modelo, e, as respostas dos juízes.

Tabela 1- Classificação de Concordância entre os juízes para o coeficiente Kappa

Coeficiente Kappa	Grau de Concordância dos Juízes
$k \leq 0$	Sem acordo
$0 < k \leq 0,19$	Acordo Baixo
$0,2 \leq k \leq 0,39$	Acordo Justo
$0,4 \leq k \leq 0,59$	Acordo Moderado
$0,6 \leq k \leq 0,79$	Acordo Substancial
$0,8 \leq k \leq 1,0$	Acordo Perfeito

Fonte: adaptado de FREITAS e RODRIGUES, 2005, p. 4

Na Tabela 2 apresentamos o resultado da avaliação dos juízes para o conjunto de itens construídos para as habilidades codificadas. Na referida tabela, estão representados cada juiz e o índice de concordância com todo o questionário de validação, formado por um conjunto de itens. Podemos verificar que obtivemos, de acordo com a definição da Tabela 1, um acordo perfeito, três acordos substanciais, um acordo moderado e um acordo justo. Nenhum juiz apresentou acordo baixo ou “sem acordo”. Este resultado indica uma boa validade do instrumento, ou seja, ele tem uma probabilidade alta de acessar as habilidades propostas no sistema.

Tabela 2 - Resultado da validação por pares de acordo com o Coeficiente Kappa

Juiz	Kappa	Aprox. Significância
1	0,803	0,000
2	0,737	0,000
3	0,672	0,000
4	0,61	0,000
5	0,577	0,000
6	0,573	0,000
7	0,572	0,000
8	0,44	0,000
9	0,385	0,000
10	0,374	0,000

Fonte: dados da pesquisa

5.4.COLETA DE DADOS

5.4.1. CRIAÇÃO DOS INSTRUMENTOS

Com o objetivo de investigar a evolução das habilidades relacionadas ao conteúdo de matemática e estrutura de programação, na disciplina de lógica de programação, em um curso técnico em informática, ao longo do ano letivo, assim como identificar os possíveis preditores que possam influenciar esta evolução, construímos instrumentos de pesquisa que requeriam dos estudantes as habilidades contidas no sistema categórico (TCH).

Como já relatado, uma decisão metodológica foi que cada questão construída nos testes iria demandar apenas um nível de habilidade de apenas um conteúdo do sistema categórico. Em oportunidades anteriores, esclarecemos que chegamos a esta decisão porque identificamos, durante a aplicação do teste piloto, a dificuldade de dissociar mais de um nível de habilidade de um ou mais conteúdos em uma mesma questão.

Para balizar o desenvolvimento dos instrumentos, fizemos uma tabela de controle (conteúdos de EP e CM - podem ser vistos no Quadro 9 e no (Quadro 10) com o objetivo de distribuir os itens referentes a determinadas habilidades e seus diferentes níveis de complexidade nos diversos testes. Este controle é necessário, pois a escolha das habilidades e seus níveis de complexidade presentes nos itens deve ser criteriosa. Itens que requerem determinados conteúdos em certos graus de complexidade devem se repetir no decorrer do ano, para que seja possível acompanhar o progresso dos estudantes durante toda a condução da disciplina para cada tipo de habilidade. Os instrumentos, na integridade, podem ser vistos no apêndice 4.

A escolha dos itens em cada instrumento também obedeceu ao critério dos conteúdos que estavam sendo lecionados nos momentos de aplicação dos mesmos. Consideramos

sempre abranger em maior peso aqueles conteúdos que os alunos tinham acabado de aprender no decorrer do ano letivo.

Quadro 9 - Tabela para controle de distribuição das habilidades de EP nos instrumentos

		HABILIDADES	ONDA 01	ONDA 02	ONDA 03	ONDA 04	ONDA 05	ONDA 06	ONDA 07	ONDA 08	ONDA 09
ESTRUTURAS DE PROGRAMAÇÃO - EP	ESTRUTURA DE DECISÃO - EPED	Reconhecer uma estrutura de decisão e seus tipos em um pseudo-código - EPEDI	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		Reconhecer a necessidade de utilização de uma estrutura de decisão - EPEDII	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		Interpretar uma estrutura de decisão em um pseudo-código ou programa / Explicar uma estrutura de decisão - EPEDIII									
		Aplicar a estrutura de decisão (programando) - EPEDIV		3	0	3	3	3	3	3	3
	LAÇO - EPCL	Reconhecer um laço, seus tipos e variáveis em um pseudo-código - EPCLI	1				1	1	1	1	1
		Reconhecer a necessidade de utilização de um laço - EPCLII		1	1		1	1	1	1	1
		Interpretar um laço em um pseudo-código ou programa / Explicar a utilização de um laço - EPCLIII		2	2	2	2	2	2	2	2
		Aplicar a estrutura de um laço (programando) - EPCLIV		3		3	3	6	3	3	3
	MATRIZES UNIDIMENSIONAIS - EPMU	Reconhecer uma matriz unidimensional em um pseudo-código - EPMUI		1	1		1	1	1	1	1
		Reconhecer a necessidade de utilização de matrizes unidimensionais - EPMUII		1	1		1	1	1	1	1
		Interpretar matrizes unidimensionais em um pseudo-código ou programa / Explicar a utilização de matrizes unidimensionais - EPMUIII			1	1	1	1	1	1	1
		Aplicar matrizes unidimensionais (programando) - EPMUIV		3	3				3	3	3
	MATRIZES BIDIMENSIONAIS - EPMB	Reconhecer uma matriz bidimensional em um pseudo-código - EPMBI		1		1	1	1	1	1	1
		Reconhecer a necessidade de utilização de matrizes bidimensionais - EPMBII		1	1		1	1	1	1	1
		Interpretar matrizes bidimensionais em um pseudo-código ou programa / Explicar a utilização de matrizes bidimensionais - EPMBIII							1	1	1
		Aplicar matrizes bidimensionais (programando) - EPMBIV		3					3	3	3

Fonte: dados da pesquisa

Quadro 10 - Tabela para controle de distribuição das habilidades de CM nos instrumentos

CONHECIMENTO MATEMÁTICO - CM	REGRA DE 3 - CMRT	Habilidade em reconhecer a regra de 3 - CMRTI	1		1						
		Habilidade em reconhecer e explicar a regra de 3 - CMRTII	1		1	1					
		Habilidade em reconhecer, explicar e resolver a regra de 3 - CMRTIII	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		Habilidade em reconhecer, explicar, resolver e transpor em algoritmos a regra de 3 - CMRTIV	3		3	3	3	3	3	3	3
	PERCENTUAL - CMPE	Habilidade em reconhecer percentuais - CMPEI		1		1					
		Habilidade em reconhecer e explicar percentuais - CMPEII					1	1	1	1	1
		Habilidade em reconhecer, explicar e resolver percentuais - CMPEIII		1		1	1	1	1	1	1
		Habilidade em reconhecer, explicar, resolver e transpor em algoritmos percentuais - CMPEIV					3	3	3	3	3
	CONVERSÃO DE MOEDAS - CMMO	Habilidade em reconhecer a conversão de moedas - CMMOI		1	1					1	
		Habilidade em reconhecer e explicar a conversão de moedas - CMMOII		1	1					1	
		Habilidade em reconhecer, explicar e resolver a conversão de moedas - CMMOIII		1	1	1	1	1	1	1	1
		Habilidade em reconhecer, explicar, resolver e transpor em algoritmos a conversão de moedas - CMMOIV				3	3	3	3	3	3
	TRABALHAR COM FÓRMULAS MATEMÁTICAS - CMFM	Habilidade em reconhecer fórmulas matemáticas - CMFMI	1			1	1	1			
		Habilidade em reconhecer, explicar e resolver fórmulas matemáticas - CMFMI	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		Habilidade em reconhecer, explicar, resolver e transpor em algoritmos em fórmulas matemáticas - CMFMIII	6	6	5	6	5	5	5	5	5
		Habilidade em reconhecer, explicar, resolver e transpor em algoritmos em fórmulas matemáticas - CMFMIV	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	PADRÃO DE COMPORTAMENTO - CMPC	Habilidade em reconhecer padrões de comportamento - CMPCI	1			1	1	1			
		Habilidade em reconhecer e explicar padrões de comportamento - CMPCII	1			1	1	1			
		Habilidade em reconhecer, explicar e resolver padrões de comportamento - CMPCIII	1			1	1	1	1	1	1
		Habilidade em reconhecer, explicar, resolver e transpor em algoritmos padrões de comportamento - CMPCIV	3			3	3	3	3	3	3

Fonte: dados da pesquisa

No Quadro 9 há a demonstração do controle da quantidade de itens em cada grau de complexidade, em cada conteúdo de EP, e, em cada onda. Na onda 1, por exemplo, temos um item EPEDI, um item EPEDII e um item EPCLI, referentes aos macro conteúdos de estruturas de

programação (EP). Já no Quadro 10, há a demonstração do controle de itens referentes ao conhecimento matemático (CM).

É importante ressaltar que, quando repetimos um item, não significa que estamos aplicando sempre exatamente o mesmo item de um teste anterior. Trata-se apenas de um item que requer a mesma habilidade em um mesmo conteúdo e no mesmo grau de complexidade. Isto também não quer dizer que não possamos repetir itens por completo. Isso foi feito.

Optamos por fazer itens diferentes para o mesmo conteúdo e mesmo nível de complexidade para diminuir o efeito do teste, ou seja, acertos das questões decorrentes da constante repetição. Mas mantemos a similaridade entre os itens para que fosse possível a comparação entre eles.

Para melhor compreensão e associação entre habilidades requeridas e os itens por parte do leitor, exemplificaremos abaixo cada questão relacionada com cada nível de habilidade de determinado conteúdo.

A Figura 22 representa uma questão que requer a habilidade EPCLI, ou seja a habilidade de nível de complexidade 1 da EPCL (Estruturas de Programação (EP) → Conceito Laço (CL) → Reconhecer um laço e seus tipos de variáveis em um pseudocódigo (EPCLI)). Isto quer dizer que, dado um programa ou pseudocódigo, o estudante tem que saber reconhecer qual estrutura de programação está sendo implementada.

Figura 22 - Questão que requer a habilidade EPCLI

1) O código abaixo implementa que estrutura de programação?

```
Program QuestaoX ;
var i: integer;
Begin
  i := 1;
  While (i < 100) do
    begin
      writeln(i);
      i := i + 3;
    end;
  readln();
End.
```

- a) laço / loop / estrutura de repetição
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas

Fonte: dados da pesquisa

A Figura 23 representa uma questão que requer a habilidade EPCLII, com nível de complexidade 2 da EPCL. Dado um problema, o aluno deve reconhecer a necessidade de utilização da estrutura de laço para resolvê-lo.

Figura 23 - Questão que requer a habilidade EPCLII

2) Qual a melhor estrutura para ler 10 números e informar o somatório dos mesmos?

- a) laço / loop / estrutura de repetição
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas

Fonte: dados da pesquisa

Já a Figura 24 representa uma questão que requer a habilidade EPCLIII, com nível de complexidade 3 da EPCL. O aluno deve ser capaz de interpretar um laço em um pseudocódigo ou programa.

Figura 24 - Questão que requer a habilidade EPCLIII

2) De acordo com o código abaixo, coloque V para verdadeiro e F para falso:

```
Program QuestaoX ;
var i: integer;
Begin
  i := 1;
  While (i < 100) do
    begin
      writeln(i);
      i := i + 3;
    end;
End.
```

- (V) (F) 1 2 3 4 5 são os cinco primeiros números gerados pelo código
(V) (F) 1 4 7 10 13 são os cinco primeiros números gerados pelo código
(V) (F) 1 3 5 7 9 são os cinco primeiros números gerados pelo código
(V) (F) 1 3 6 9 12 são os cinco primeiros números gerados pelo código
(V) (F) 88 91 94 97 100 são os últimos números gerados pelo código
(V) (F) 85 88 91 94 97 são os últimos cinco números gerados pelo código

Fonte: dados da pesquisa

Enfim, a Figura 25 representa uma questão que requer a habilidade EPCLIV, com nível de complexidade 4 da EPCL. Sendo assim, o aluno deve ser capaz de aplicar a estrutura de laço em um programa, ou seja, construir um algoritmo.

Figura 25 - Questão que requer a habilidade EPCLIV

- 4) Construa um programa que leia 10 números e exiba o somatório dos mesmos (use laço).

Fonte: dados da pesquisa

Objetivando uma maior clareza ao leitor, exemplificaremos agora questões que requerem o conteúdo de matriz multidimensional. A Figura 26 apresenta uma questão que requer a habilidade EPMBI, ou seja, a habilidade com nível de complexidade 1 da EPMB. O aluno deverá reconhecer uma matriz bidimensional em um pseudocódigo ou programa. Já a Figura 27 representa uma questão que requer a habilidade EPMBII, ou seja, o aluno deve reconhecer a necessidade de uso de matrizes bidimensionais diante de um problema dado. A Figura 28 representa uma questão que demanda a habilidade EPMBIII. Sendo assim, o aluno deve saber interpretar uma matriz bidimensional em um pseudocódigo ou programa. Enfim, a Figura 29

exige que o aluno saiba aplicar (programar) matrizes bidimensionais. A habilidade exigida é a EPMBIV.

Figura 26 - Questão que requer a habilidade EPMBI

13) Que estrutura de programação está presente no código abaixo?

```
program ex3;
var
  m:array[1..4,1..4] of integer;
  posl, posc:integer;
begin
  writeln('Digite os valores');
  for posl:=1 to 4 do
    for posc:=1 to 4 do
      readln(m[posl,posc]);
  for posc:=1 to 4 do
    for posl:=1 to 4 do
      if posl<>posc
        then writeln(m[posl,posc]);
end.
```

- a) laço / loop / estrutura de decisão
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas

Fonte: dados da pesquisa

Figura 27 - Questão que requer a habilidade EPMBII

10) Qual a estrutura que você utilizaria para formar esta figura?

X	0	0	0	0	0	0
1	X	0	0	0	0	0
1	1	X	0	0	0	0
1	1	1	X	0	0	0
1	1	1	1	X	0	0
1	1	1	1	1	X	0
1	1	1	1	1	1	X

- a) laço – estrutura de repetição
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas

Fonte: dados da pesquisa

Figura 28 - Questão que requer a habilidade EPMBIII

11) Qual a fórmula que você utilizaria para formar esta figura?

X	0	0	0	0	0	0	0
1	X	0	0	0	0	0	0
1	1	X	0	0	0	0	0
1	1	1	X	0	0	0	0
1	1	1	1	X	0	0	0
1	1	1	1	1	X	0	0
1	1	1	1	1	1	X	0

- a) Quando $i > j \rightarrow X$, $i < j \rightarrow 0$, $i < j \rightarrow 1$
- b) Quando $i < j \rightarrow X$, $i > j \rightarrow 0$, $i < j \rightarrow 1$
- c) Quando $i = j \rightarrow X$, $i < j \rightarrow 0$, $i > j \rightarrow 1$
- d) Quando $i > j \rightarrow 0$, $i < j \rightarrow 1$, $i = j \rightarrow X$
- e) Quando $i = j \rightarrow X$, $i > j \rightarrow 0$, $i < j \rightarrow 1$

Fonte: dados da pesquisa

Figura 29 - Questão que requer a habilidade EPMBIV

1) Crie o algoritmo que represente esta figura.

X	0	0	0	0	0	0	0
1	X	0	0	0	0	0	0
1	1	X	0	0	0	0	0
1	1	1	X	0	0	0	0
1	1	1	1	X	0	0	0
1	1	1	1	1	X	0	0
1	1	1	1	1	1	X	0
1	1	1	1	1	1	1	X

Fonte: dados da pesquisa

Em todos os testes, as questões de nível de complexidade 1, 2 e 3 são dicotômicas, ou seja, o aluno erra ou acerta completamente. Estas questões podem ser de três tipos:

- A) Questões nas quais se deve escolher a letra correspondente à alternativa correta (a, b, c, d ou e) (Figura 28)
- B) Questões de marcar V (verdadeiro) e F(falso). Podemos ver um exemplo na Figura 24, na qual as quatro primeiras alternativas (V e F) formam um item e as duas ultimas alternativas formam mais um item.
- C) Questões abertas em que se deve chegar a um resultado correto. Não existe um meio termo. Ou erra ou acerta. Podemos ver um exemplo na Figura 30, na qual é exigida a habilidade de resolver problemas utilizando percentual (CMPEIII), ou seja, a habilidade de nível 3 do conteúdo de percentuais.

Figura 30 - Questão que requer a habilidade CMPEIII

15) Em uma população de 50 mil habitantes da cidade de Itariró, 20% são desempregados. Dos desempregados, 70% são mulheres. Destas mulheres 95% tem filhos pequenos. Quantas são as desempregadas que não tem filhos pequenos?

Fonte: dados da pesquisa

Já as questões de nível de complexidade 4, que exigem que o aluno faça um programa ou pseudocódigo utilizando conceitos de estrutura de programação, podem ser respondidas de forma errada por completo, parcialmente correta ou de forma correta. A resposta é formada por 3 níveis que obedecem a uma escala Guttman (GUTTMAN, 1980). Os níveis são os seguintes:

- A) Nível 1: aluno reconhece as variáveis de entrada (E), processamento (P) e saída do programa (S) (E/P/S).
- B) Nível 2: aluno entende o enunciado, ou seja, consegue transformá-lo corretamente em uma fórmula matemática ou estruturar as variáveis de forma que mostre o entendimento
- C) Nível 3: aluno consegue transpor o problema em um algoritmo de forma correta.

Resolvemos fazer desta maneira porque entendemos que o aluno que não acerta o problema totalmente nem sempre se encontra no “nível zero” da questão. Muitas vezes ele consegue identificar as variáveis E/P/S e até mesmo transformar o enunciado em uma fórmula, mas não tem sucesso ao transpor o problema em algoritmo, o que exige um nível de abstração mais alto no raciocínio lógico. Outras vezes ele consegue apenas identificar as variáveis E/P/S e a partir daí não consegue mais seguir em frente. Portanto, consideramos esta uma forma mais precisa de identificar o nível em que o aluno se encontra nestas habilidades. Para essa classificação, a TCH também foi utilizada. Um exemplo de questão no nível de complexidade 4 está representado na Figura 29.

5.4.2. APLICAÇÃO DOS INSTRUMENTOS

Os instrumentos foram aplicados durante o ano letivo de 2014, que teve início em 04 de agosto do ano civil de 2014. Este atraso no início das aulas se deu por causa das últimas duas greves em 2012 e 2014. Responderam aos instrumentos/testes duas turmas da modalidade integrada do 1º ano (uma matutina e uma vespertina) e duas turmas da modalidade subsequente do 1º semestre (duas turmas noturnas – 2014.1 e 2014.2). Como já foi relatado antes, a turma do subsequente não fará parte do escopo de análise da tese.

Os instrumentos foram aplicados durante o horário das aulas, que eram gentilmente cedidas por alguns professores, ou, em algum horário vago que porventura os alunos tivessem. A duração da aplicação era de 100 minutos. Nenhuma aula de lógica de programação foi cedida para aplicação dos instrumentos. A decisão de não pedir a aula desta matéria foi tomada pelo fato desta disciplina ser a mais complexa do ano/semestre, portanto, não era nosso objetivo diminuir a quantidade de aulas da disciplina, em prol da pesquisa.

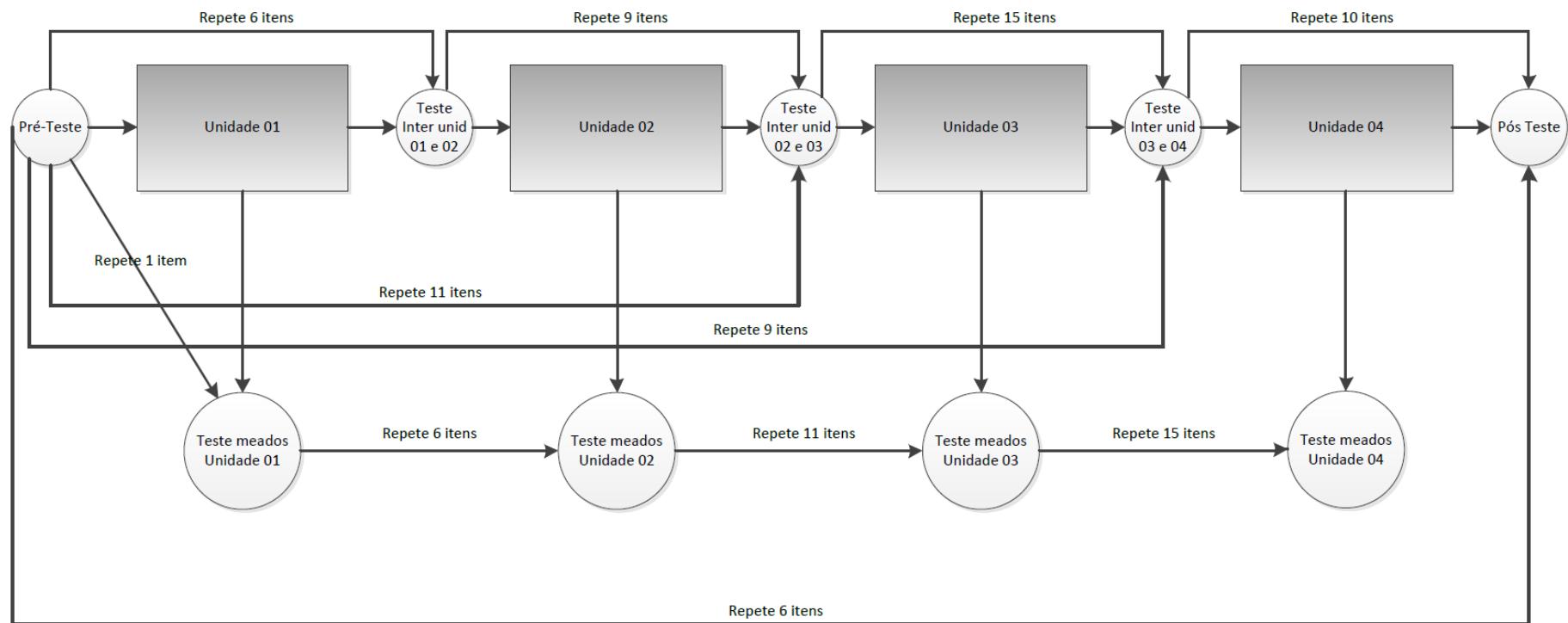
Como podemos observar, de acordo com a Figura 31, foi feito um pré-teste logo no início do ano, testes durante (em meados de) as unidades (são os 4 trimestres nos quais são divididos os anos) e entre elas. Cada teste tinha entre 20 e 30 itens, distribuídos entre questões fechadas e abertas. Existe um esquema de repetição de itens entre um teste e outro para que possa ser observada a evolução dos alunos em determinadas habilidades também em seus níveis de complexidade. O números de itens repetidos entre os testes também pode ser observado

na

Figura

31.

Figura 31 - Desenho da Coleta de Dados



Fonte: dados da pesquisa

5.5.DADOS E MÉTODOS DE ANÁLISE

Esta seção trata dos métodos de análise e seus respectivos dados.

Nossa pesquisa utiliza os testes de conhecimento como dados para acompanhar o desenvolvimento das habilidades em estruturas de programação e conhecimento matemático pelos alunos. Um acompanhamento das aulas foi realizado, assim como foram feitas anotações em diário de bordo para futura triangulação de dados, mas, estes dados não farão parte do escopo desta tese devido à limitação do tempo.

Os testes de conhecimento nos fornecem dois parâmetros para análise: a natureza dos itens e o padrão de resposta dos participantes da pesquisa. Poderemos acompanhar o desenvolvimento dos estudantes em determinadas habilidades a partir do momento em que também teremos a natureza, o nível de dificuldade dos itens acertados por eles, e, as proficiências dos alunos, nas diferentes ondas de medida.

Nos parágrafos seguintes, descreveremos como faremos a análise dos nossos dados. A primeira análise se refere à categorização das respostas dos alunos segundo o sistema categórico construído, sendo essas categorias transformadas em dados dicotômicos. Em seguida submeteremos a matriz dicotômica de respostas ao tratamento Rasch, que tem como objetivo obter uma escala intervalar de proficiência dos indivíduos, além dos parâmetros de dificuldade dos itens. A partir do padrão de resposta dos estudantes, conduzimos mais duas análises distintas (que fazem parte dos dois próximos capítulos): a construção, ajuste e escolha do modelo psicométrico final, e, por fim, a análise da aprendizagem dos estudantes durante o ano letivo.

Os testes de conhecimento são formados por questões dicotômicas e questões abertas. As questões dicotômicas são do tipo de marcar a letra correta (a, b, c, d, e), escolher entre verdadeiro (V) ou falso (F) ou responder um problema, por exemplo, que só pode dar um

resultado numérico correto. Sendo assim ou o aluno ou erra, ou acerta. O tratamento das questões dicotômicas é bastante simples, suas respostas são transformadas em uma matriz de respostas dicotômicas, tendo valor 0 quando o estudante erra e 1 quando o estudante acerta a resposta. Na Figura 32 podemos observar que o aluno 1 acertou os itens 01 e 03 e errou o item 02.

Figura 32 - Matriz de resposta das questões dicotômicas

ALUNO	ITEM 01	ITEM 02	ITEM 03
1	1	0	1
2	1	1	1
3	1	0	1
4	1	0	0
5	0	1	0

Fonte: dados da pesquisa

Já as questões abertas necessitam de um tratamento especial, pois não consideramos que o aluno ou acertou tudo ou não acertou nada, mas observamos até que ponto o aluno conseguiu avançar. Estabelecemos um esquema de categorização dividido em três níveis: 1) Reconhecer as variáveis de entrada, processamento e saída do programa (E/P/S); 2) Entender o enunciado, ou seja, conseguir transformá-lo corretamente em uma fórmula matemática ou estruturar as variáveis de forma que mostre o entendimento; 3) Conseguir transpor o problema em um algoritmo de forma correta.

Este esquema foi baseado na teoria de habilidades dinâmicas (FISCHER, 1980), considerando que determinadas habilidades detém um maior nível de complexidade e dependem de outras menos complexas para serem desenvolvidas. Logo, a habilidade de nível 1 tem menor nível de complexidade, a de nível 2 é mais complexa do que a anterior e menos complexa do que a subsequente e a do terceiro nível é a mais complexa de todas. Estas habilidades também estão organizadas de acordo com a escala Guttman (GUTTMAN, 1944), isto significa que se o aluno só conseguiu identificar as variáveis de entrada/ processamento e saída, ele está no primeiro nível (100). Já se ele entende o enunciado, subtende-se que ele

conseguiu identificar as variáveis (do nível 1), e, está no segundo nível (110). Enfim, se ele conseguiu transpor um problema em algoritmo, ele conseguiu também atingir as duas habilidades dos níveis anteriores (111).

Na Figura 33 podemos observar que os alunos 2, 4 e 8 encontram-se no nível 1, os alunos 1 e 7 encontram-se no nível 2, e os alunos 3, 5 e 6 encontram-se no nível 3.

Figura 33 - Categorização das Respostas Abertas em Matriz Dicotômica

ALUNO	ITEM 04 ENT/PROC/SAIDA	ITEM 05 ENTENDER O ENUNCIADO	ITEM 06 TRANSPOR O ENUNCIADO EM ALGORITMO
1	1	1	0
2	1	0	0
3	1	1	1
4	1	0	0
5	1	1	1
6	1	1	1
7	1	1	0
8	1	0	0

Fonte: dados da pesquisa

Como podemos notar, este esquema permitiu que as respostas das questões abertas também fossem transformadas em dado dicotômico, assim como as respostas das questões fechadas/dicotômicas, formando assim uma matriz que será fonte de dados para a modelagem Rasch. Cada nível de resposta possível de ser atingido, nas questões abertas, foi transformado em um item independente.

As respostas das questões dicotômicas, respondidas pelos alunos nos instrumentos, serão tabuladas conforme a Figura 32 e as respostas das questões abertas serão tabuladas conforme a Figura 33. A Figura 34 representa uma amostra da matriz de respostas, compreendendo questões abertas e fechadas.

Figura 34 - Matriz de respostas

	E	F	G	H	I	J
1	Q01	Q02		Q03		
2	ITEM 01	ITEM 02	ITEM 03	ITEM 4- ENT/PROC/SAIDA	ITEM 5 - ENUNCIADO	ITEM 6 - LÓGICA
3	0	0	1	0	0	0
4	0	1	1	1	1	0
5	0	0	1	1	1	0
6	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0
8	0	1	1	1	1	0
9	0	0	0	0	0	0
10	0	1	1	1	1	0
11	0	1	1	1	1	0
12	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	1	1	0
14	1	1	0	1	1	0

Fonte: dados da pesquisa

O padrão de respostas dos alunos, que são os dados dicotômicos das matrizes de respostas nas 8 ondas de medidas (onda 8 excluída durante a análise), foi utilizado para análise do ajuste do modelo psicométrico (verificação de adequação do modelo teórico aos dados empíricos) e escolha do modelo final. Os índices de dificuldade dos itens e a proficiência dos alunos foram utilizados para realizar a análise de desempenho dos alunos durante o ano letivo. Estas análises são relatadas nos próximos capítulos, e têm como objetivo responder às perguntas de pesquisa, explicitadas no desenho de pesquisa (Figura 9) .

5.6. SÍNTESE DOS RESULTADOS

Neste capítulo relatamos a construção e validação do sistema categórico, a construção e validação dos instrumentos construídos a partir deste sistema, e a aplicação dos testes de conhecimento (instrumentos de pesquisa).

Na construção do sistema categórico, mostramos todos os passos envolvidos na criação das categorias até o sistema categórico final. Na validação por amostra, apresentamos a aplicação em teste piloto dos instrumentos construídos a partir do sistema categórico e as implicações desta validação, a exemplo da mudança que fizemos na estrutura dos itens para que eles acessassem somente um nível de complexidade de cada conteúdo da TCH. Na validação por pares apresentamos o questionário de validação da TCH e dos instrumentos,

submetidos a 10 juízes, além dos resultados apresentados. As validações foram realizadas para que pudéssemos ter maior confiabilidade nos instrumentos e no sistema categórico.

Ratificamos a importância de processos de validação por amostra e por pares e reiteramos a necessidade de construção um sistema de categorização validado por pares, que tenha suas categorias definidas por princípios razoavelmente independentes dos pesquisadores, para que seja assegurada a confiabilidade e qualidade da pesquisa.

Na construção dos instrumentos, após os processos de validação da primeira versão dos instrumentos, detalhamos o processo de atribuição de cada nível de complexidade em cada conteúdo da TCH a um único item, de modo a possibilitar o acesso a todos os níveis do sistema categórico. Relatamos também o cuidado com a transformação das questões abertas em dicotômicas subdivididas em 3 níveis de complexidade (gerando 3 itens) para podermos acessar o nível atingido pelos alunos.

Quanto à aplicação dos instrumentos, relatamos a programação de repetição dos itens de forma a possibilitar o acompanhamento dos alunos no desenvolvimento das habilidades requeridas pelos itens durante todo o ano letivo. Relatamos também a nossa preocupação em fazer itens diferentes para o mesmo conteúdo e mesmo nível de complexidade para diminuir o efeito do teste, ou seja, acertos das questões decorrentes da constante repetição, e também o cuidado por manter a similaridade entre os itens para que fosse possível a comparação entre eles.

Por fim, apresentamos os métodos de análise das respostas dos estudantes aos instrumentos de pesquisa, relatando a construção da matriz dicotômica de respostas advindas de questões dicotômicas e questões abertas.

6. ANÁLISE 1: MODELO PSICOMÉTRICO

Neste capítulo trataremos da construção do modelo psicométrico através do estudo dos resultados das análises estatísticas e ajuste do modelo deste modelo. O estudo do modelo se fará pelas seguintes etapas: análise dos componentes principais e análise paralela, análise factorial exploratória, análise factorial confirmatória e ANOVA.

6.1. CONSTRUÇÃO DO MODELO

Nesta seção falaremos da construção do modelo psicométrico de habilidades. Partimos de um modelo teórico que inicialmente teria 2 dimensões, sendo uma EP (estrutura de programação) e outra CM (conhecimento matemático). No decorrer das análises exploratórias, sentimos a necessidade de criar uma terceira dimensão, no modelo referido. Nascia então a dimensão Híbrida, que era formada por exercícios de conhecimento matemático (CM) de alta complexidade (nível IV), que envolviam conhecimento matemático e conhecimento híbrido (relacionando matemática e lógica de programação – desenvolvimento de algoritmos). Sendo assim, o modelo teórico era, agora, formado por 3 dimensões: CM, EP e HB (híbrida).

Entretanto, toda a descrição do parágrafo acima se refere a um modelo teórico criado por nós e que deveria passar pela fase de ajuste para haver a certificação de que ele se adequaria aos dados empíricos. Os dados empíricos correspondem às respostas dos estudantes, durante as 9 ondas de medida (depois, a 8 foi excluída), aos instrumentos criados de acordo com o nosso modelo.

Optamos por fazer a análise do modelo utilizando a análise de componentes principais (PCA) e análise paralela, as análises fatoriais exploratória e confirmatória (EFA e CFA) e a ANOVA.

Nosso modelo teórico se baseia na Taxonomia de Complexidade de Habilidades (TCH), que foi gerado levando em consideração as habilidades levantadas no material didático dos professores de lógica.

O sistema categórico final acabou sendo formado por dois grandes blocos de conteúdo: CM (conhecimento matemático) e EP (estrutura de programação). Cada um destes blocos contém habilidades relacionadas a conteúdos específicos. Cada conteúdo é formado por quatro habilidades organizadas de forma hierárquica, ou seja, em ordem crescente de nível de complexidade, como exemplificado no Quadro 6 e no Quadro 7. As questões dos instrumentos foram geradas tomando como referência cada nível de habilidade de cada conteúdo dentro de cada grande bloco. Ou seja, criamos questões, por exemplo, que requeriam a habilidade nível I do conceito laço, que está dentro do grande bloco EP. Estas questões requeriam somente que o aluno reconhecesse um laço, seus tipos e variáveis, dentro de um pseudocódigo (exemplo na Figura 22).

Mas, como relatado no início da seção, fizemos uma análise exploratória dos instrumentos, gerados com base no nosso sistema categórico TCH. Até este momento, os instrumentos tinham itens classificados nas dimensões EP e CM. Durante esta análise, avaliamos que uma terceira dimensão deveria ser considerada para dimensionar os itens, a qual classificamos como conhecimento Híbrido. As questões dessa dimensão se referem a conteúdos matemáticos (CM) em conjunto com um conhecimento relativo à implementação de um algoritmo. Logo, a partir daí, o nosso modelo teórico passaria a ter a terceira dimensão, tendo agora as dimensões CM (conhecimento matemático), EP (estruturas de programação) e HB (híbridas).

Importante ressaltar que a TCH continua sendo dividida em dois macro conteúdos: estruturas de programação (EP) e conhecimentos matemáticos (CM). Somente o modelo psicométrico sofreu alteração com a inserção da dimensão híbrida (HB).

6.2. ESTUDO DO MODELO

6.2.1. ANÁLISE EXPLORATÓRIA

A análise dos componentes principais (PCA) tem como objetivo reduzir o número de variáveis observáveis a um menor número de componentes principais, que são responsáveis pela maior parte da variância observada nas variáveis. Como resultado da PCA, os componentes são ordenados de acordo com a sua importância. É recomendável que os componentes principais expliquem pelo menos 60% da variância observada nas variáveis.

Já a análise fatorial,

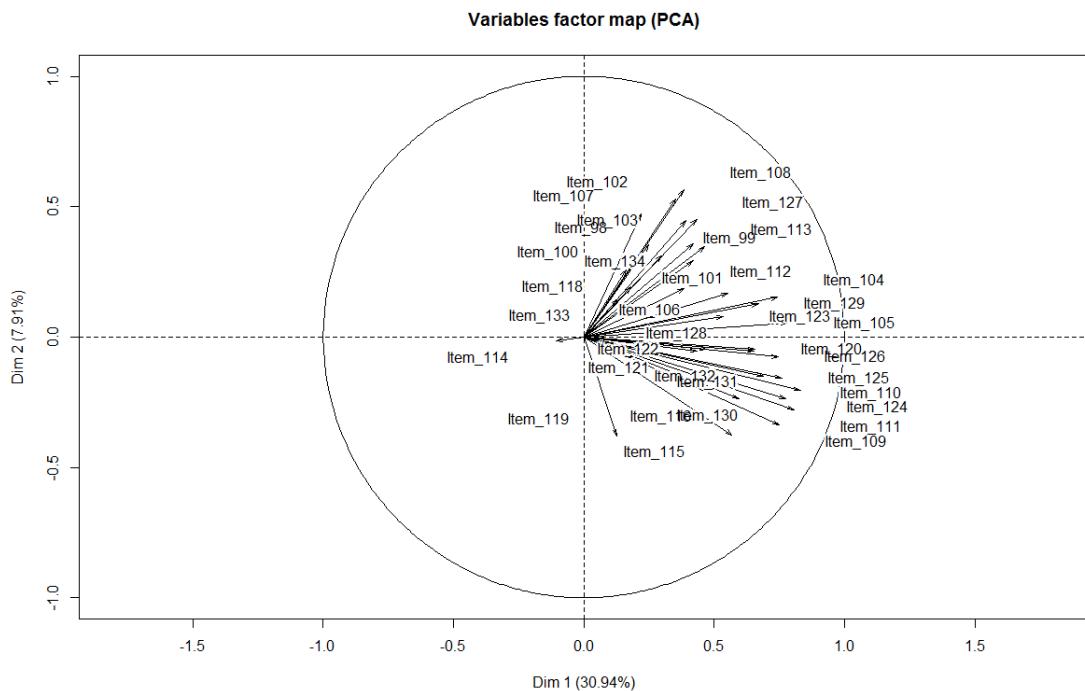
“tem como objetivo determinar o número e a natureza das variáveis latentes ou fatores que representam a variação e covariância entre um conjunto de medidas observadas, comumente referidas como indicadores” (BROWN, 2006).

Dando início aos procedimentos da análise de ajuste do modelo, submetemos os dados de todas as ondas (exceto a onda 8) ao PCA. A onda 8 foi excluída da análise quantitativa por conter somente 34 alunos respondentes.

Na Figura 35 estão explicitados os resultados desta análise (PCA) para a onda 05. Os demais resultados estão disponíveis no apêndice 5. Nestes gráficos, nós temos a distribuição dos itens a partir do carregamento de cargas fatoriais, de acordo com duas dimensões. A Tabela 3 relata a variância explicada por estas duas primeiras dimensões. Como podemos perceber, em todas as ondas, as duas primeiras dimensões explicam de 31,34% a 41% da variância.

Entretanto, como o recomendável é que as principais dimensões expliquem pelo menos 60% da variância observada nas variáveis, os dados sugerem que o modelo terá mais de duas dimensões.

Figura 35 – PCA onda 05



Fonte: dados da pesquisa

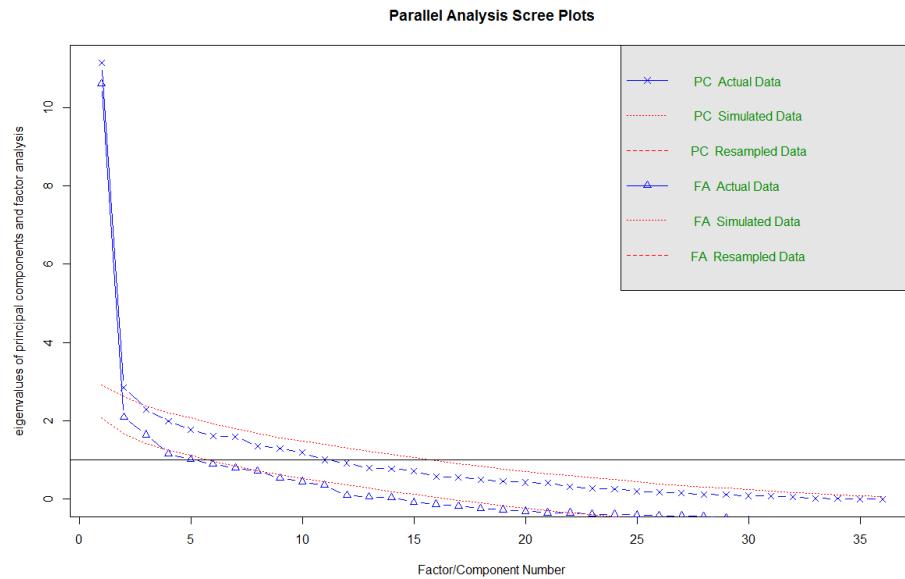
Tabela 3 - Variância explicada

ONDA	DIMENSÃO 1	DIMENSÃO 2	TOTAL
01	20,60%	10,74%	31,34%
02	27,45%	10,81%	38,26%
03	23,58%	9,38%	32,96%
04	31,57%	9,43%	41%
05	30,94%	7,91%	38,85%
06	27,47%	9,34%	36,81%
07	29,47%	9,73%	39,2%
09	26,46%	9,47%	35,93%

Fonte: dados da pesquisa

Em seguida, realizamos também a análise factorial paralela. Esta análise fornece o gráfico e a sugestão do número de componentes para cada onda.

Figura 36 – Análise paralela para a onda 05



Fonte: dados da pesquisa

O gráfico da Figura 36 representa o resultado da análise factorial paralela para a onda 5.

Na tabela abaixo (Tabela 4), seguem os resultados com relação ao número de componentes sugeridos pela análise paralela para todas as ondas (exceto a onda 8, que foi excluída).

Tabela 4 - Análise factorial paralela

ONDA	NÚMERO DE COMPONENTES
01	4
02	2
03	2
04	3
05	2
06	3
07	3
09	2

Fonte: dados da pesquisa

De acordo com os resultados exibidos na Tabela 4, foi sugerido que há pelo menos três quantitativos de dimensões a serem avaliadas. Quatro ondas sugerem 2 componentes, uma

onda sugere 4 componentes e três ondas sugerem 3 componentes. Desta forma, nos coube testar os modelos de 2, 3 e 4 dimensões na análise seguinte, a análise fatorial exploratória.

A análise fatorial exploratória retorna uma série de estimadores (TLI, RMSR, RMSEA, BIC, entre outros) que nos permite escolher o melhor modelo para cada onda, ou seja, o número de dimensões que mais se adéqua aos nossos dados empíricos, em cada onda, individualmente. Na Tabela 5 temos para cada modelo, de 2, 3 e 4 dimensões, os valores dos estimadores retornados pela análise fatorial exploratória em cada onda de medida. Neste momento, por meio dos resultados obtidos na análise fatorial exploratória, chegamos à conclusão de que nem todas as ondas se adequarão, pelo menos inicialmente, a um modelo único, ou seja, nem todas terão o mesmo número de dimensões. Esta situação observada é natural e plausível, pois os itens de conteúdos e níveis de complexidade não estão presentes de forma homogênea em todas as ondas dos instrumentos, pelo fato dos instrumentos terem sido aplicados em momentos pedagógicos diferentes e terem características de constituição de itens diferenciada. Alguns itens foram retirados durante as análises estatísticas anteriores (principalmente itens em instrumentos aplicados no início do ano letivo), por motivo de falta de acertos de nenhum estudante.

A melhor adequação a um modelo é feita analisando os estimadores conjuntamente. Um indicador importante que mede a adequação do modelo é o TLI, que representa um índice de comparação entre modelos, ou seja, compara o modelo por nós testado com um modelo no qual foi aceita a hipótese nula (modelo hipotético). De acordo com a Tabela 5, que nos fornece os estimadores, nas ondas iniciais (ondas 01 e 02), a melhor adequação se dá no modelo de duas dimensões, nas ondas intermediárias (ondas 04 e 05), a melhor adequação se dá no modelo de 3 dimensões, e por fim, nas ondas finais (ondas 03, 06, 07 e 09), a melhor adequação se dá no modelo de 4 dimensões. A nossa hipótese é que temos mais itens nestas ondas (ondas finais) que dimensionam conteúdos não estudados nas primeiras ondas (sendo

retirados nessas) e isto pode ter alterado a estrutura geral. Quanto aos índices RMSR/RMSEA, estão adequados para todas as dimensões. Como a análise variou de onda para onda, decidimos fazer uma fatorial confirmatória, com 2, 3 e 4 dimensões, e esta será a nossa próxima análise. A CFA (análise fatorial confirmatória) será mais um passo para averiguação da dimensionalidade do modelo. Depois, ainda teremos mais um passo, a ANOVA.

Tabela 5 - Estimadores

Onda	Modelo com 2 dimensões			Modelo com 3 dimensões			Modelo com 4 dimensões		
	TLI	RMSR/RMSEA	BIC	TLI	RMSR/RMSEA	BIC	TLI	RMSR/RMSEA	BIC
1	0.174	0.11/0.315	390.72	0.104	0.08/0.328	405.38	-0.006	0.06/0.347	440.29
2	0.234	0.08/0.372	508.25	0.127	0.07/0.397	534.56	-0.023	0.06/0.429	569.34
3	0.834	0.09/0.075	-509.13	0.959	0.08/0.06	-470.28	1.006	0.07/0.054	-419.72
4	0.185	0.12/0.355	568.09	0.246	0.1/0.342	418.67	0.154	0.08/0.361	450.86
5	0.884	0.1/0.18	-1064.01	0.915	0.09/0.16	-1171.08	NaN	0.08/???	???
6	0.08	0.11/0.441	3004.57	NaN	0.09/???	???	0.9	0.08/0.157	-799.35
7	0.253	0.15/0.246	-262.89	0.334	0.11/0.233	-394.98	0.364	0.09/0.229	-429.9
9	0.512	0.12/0.151	-796.12	0.673	0.12/0.132	-811.96	0.751	0.09/0.123	-780.98

Fonte: dados da pesquisa

A análise fatorial exploratória agrupa os itens dos instrumentos por diferentes fatores. Estes itens são agrupados de acordo com o padrão de respostas dos estudantes à estes instrumentos. Para realizar a análise fatorial exploratória, informamos como parâmetros o número de fatores em que queremos agrupar os nossos itens, a rotação e o ponto de corte. O números de fatores representa a número de dimensões do nosso modelo psicométrico. Importante lembrar que a análise fatorial agrupa os itens por diferentes fatores, mas não classifica qualitativamente estes itens. A classificação é dada pelo pesquisador através de uma inferência com base nas características dos diferentes agrupamentos. O parâmetro rotação irá informar se as diferentes dimensões estão correlacionadas. A rotação é definida como ortogonal, quando os fatores têm baixa correlação e é definida como oblíqua quando os fatores são correlacionados. No nosso caso, escolhemos a opção oblíqua pelo fato de partirmos do pressuposto de que as dimensões estão correlacionadas (TEZZA, 2012; BROWN, 2009). E o ponto de corte significa que só correlações maiores que o ponto

informado irão aparecer no diagrama que representa a separação dos itens. Nossa ponto de corte foi 0.1.

Nas Tabela 6, Tabela 7 e Tabela 8 estão relatadas as cargas fatoriais dos itens para cada dimensionalidade da análise fatorial exploratória. E as Figura 37, Figura 38 e Figura 39 representam os agrupamentos dos itens nas 3 diferentes distribuições, de acordo com a dimensionalidade. A Tabela 6 e a Figura 37 representam a análise fatorial exploratória por 2 fatores, a Tabela 7 e a Figura 38 representam a análise fatorial exploratória por 3 fatores e a Tabela 8 e a Figura 39 representam a análise fatorial exploratória por 4 fatores. Todos as tabelas de cargas fatoriais e agrupamentos representam a onda 02.

Na Tabela 6, modelo de duas dimensões, podemos observar que o item 27 carrega 0.17 na dimensão 01 e 0.01 na dimensão 02. Logo, podemos observar no gráfico de agrupamentos, na Figura 37, que o item 27 está na dimensão 01. Na Tabela 7, modelo de três dimensões, o item 30 carrega 0.04 na dimensão 01, 0.02 na dimensão 02 e 0.97 na dimensão 03. Assim, no gráfico de agrupamentos, na Figura 38, podemos observar que o item 30 está na dimensão 03. Enfim, na Tabela 8, modelo de quatro dimensões, o item 30 carrega 0.05 na dimensão 01, 0.02 na dimensão 02, 0.96 na dimensão 03 e 0.06 na dimensão 04. Assim, na Figura 39 podemos observar que o item 30 está na dimensão 03.

De acordo com os agrupamentos resultantes desta análise, a EFA indicou um agrupamento de fatores diferente do que foi estipulado pelo modelo teórico inicial, que separa os itens por conteúdo. Avaliamos os agrupamentos resultantes da EFA e inferimos que a separação ocorreu por níveis de complexidade, ou seja, os itens foram divididos em grupos de diferentes níveis de complexidade.

Entretanto, por um princípio de objetivo de pesquisa, resolvemos não descartar nosso modelo teórico, que tem 3 dimensões e é agrupado por conteúdo. Portanto, a próxima etapa de análise de dimensionalidade, a análise fatorial confirmatória, será dividida em 2 partes:

análise factorial confirmatória do modelo de complexidade e análise factorial confirmatória do modelo de conteúdo.

Tabela 6 - Cargas fatoriais resultantes da Análise Fatorial Exploratória para 2 fatores na Onda 02

ITENS	DIMENSÃO 01	DIMENSÃO 02
Item_27	0.17	0.01
Item_28	0.39	0.00
Item_29	0.41	-0.02
Item_30	0.03	0.98
Item_31	0.02	0.93
Item_33	0.77	0.20
Item_34	1.01	-0.01
Item_35	1.01	-0.01
Item_36	0.08	-0.10
Item_37	0.41	-0.37
Item_38	-0.01	-0.01
Item_42	0.39	-0.13
Item_43	0.14	0.37
Item_44	-0.28	0.21
Item_45	0.01	0.24
Item_46	0.28	0.22
Item_47	-0.23	0.27
Item_48	0.18	0.16

Fonte: dados da pesquisa

Tabela 7 - Cargas fatoriais resultantes da Análise Fatorial Exploratória para 3 fatores na Onda 02

ITENS	DIMENSÃO 01	DIMENSÃO 02	DIMENSÃO 03
Item_27	0.13	0.10	0.01
Item_28	-0.02	1.00	0.04
Item_29	0.31	0.25	-0.01
Item_30	0.04	0.02	0.97
Item_31	0.03	0.02	0.92
Item_33	0.80	-0.06	0.19
Item_34	1.00	0.01	-0.02
Item_35	1.00	0.01	-0.02
Item_36	0.06	0.04	-0.10
Item_37	0.24	0.40	-0.35
Item_38	0.09	-0.25	-0.02
Item_42	0.34	0.12	-0.13
Item_43	0.11	0.10	0.37
Item_44	-0.30	0.06	0.21
Item_45	0.01	0.01	0.23
Item_46	0.23	0.12	0.22
Item_47	-0.17	-0.14	0.27
Item_48	0.03	0.36	0.17

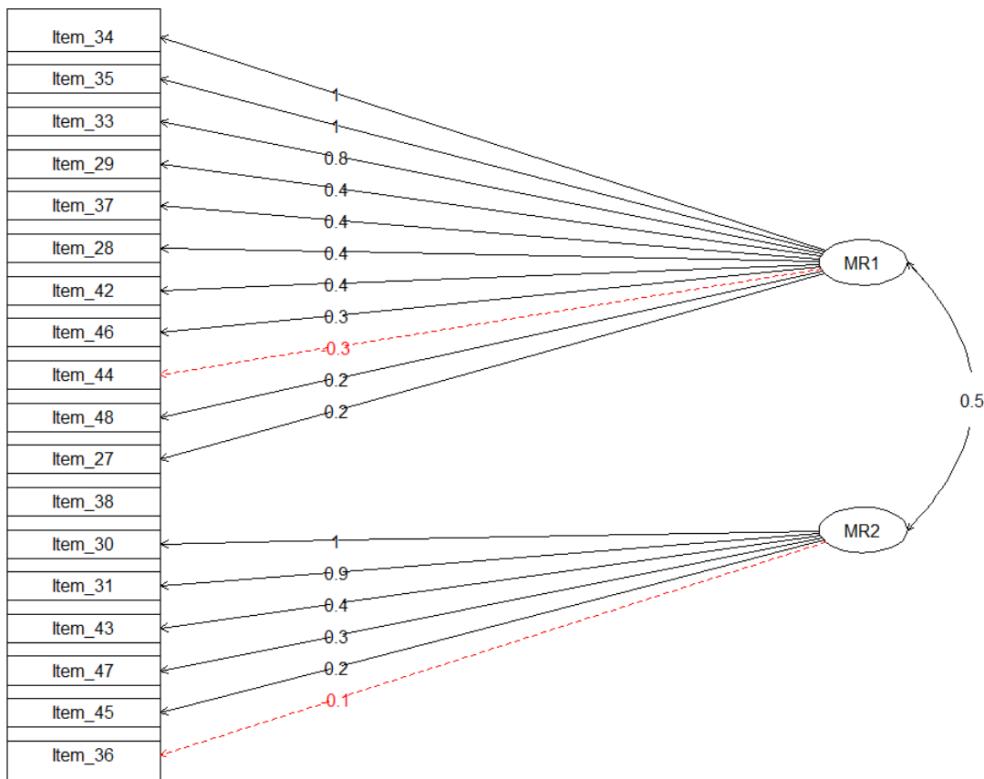
Fonte: dados da pesquisa

Tabela 8 - Cargas fatoriais resultantes da Análise Fatorial Exploratória para 4 fatores na Onda 02

ITENS	DIMENSÃO 01	DIMENSÃO 02	DIMENSÃO 03	DIMENSÃO 04
Item_27	0.13	0.10	0.00	0.07
Item_28	-0.02	1.00	0.03	0.00
Item_29	0.31	0.25	-0.03	0.08
Item_30	0.05	0.02	0.96	0.06
Item_31	0.03	0.02	0.92	-0.02
Item_33	0.81	-0.06	0.19	0.03
Item_34	1.01	0.01	-0.02	-0.01
Item_35	1.01	0.01	-0.02	-0.01
Item_36	0.06	0.03	-0.11	0.11
Item_37	0.23	0.40	-0.37	0.19
Item_38	0.10	-0.26	-0.03	0.19
Item_42	0.33	0.13	-0.13	-0.06
Item_43	0.11	0.08	0.30	0.60
Item_44	-0.30	0.06	0.20	0.11
Item_45	0.01	0.01	0.23	0.04
Item_46	0.23	0.14	0.27	-0.51
Item_47	-0.16	-0.14	0.27	0.00
Item_48	0.03	0.37	0.18	-0.16

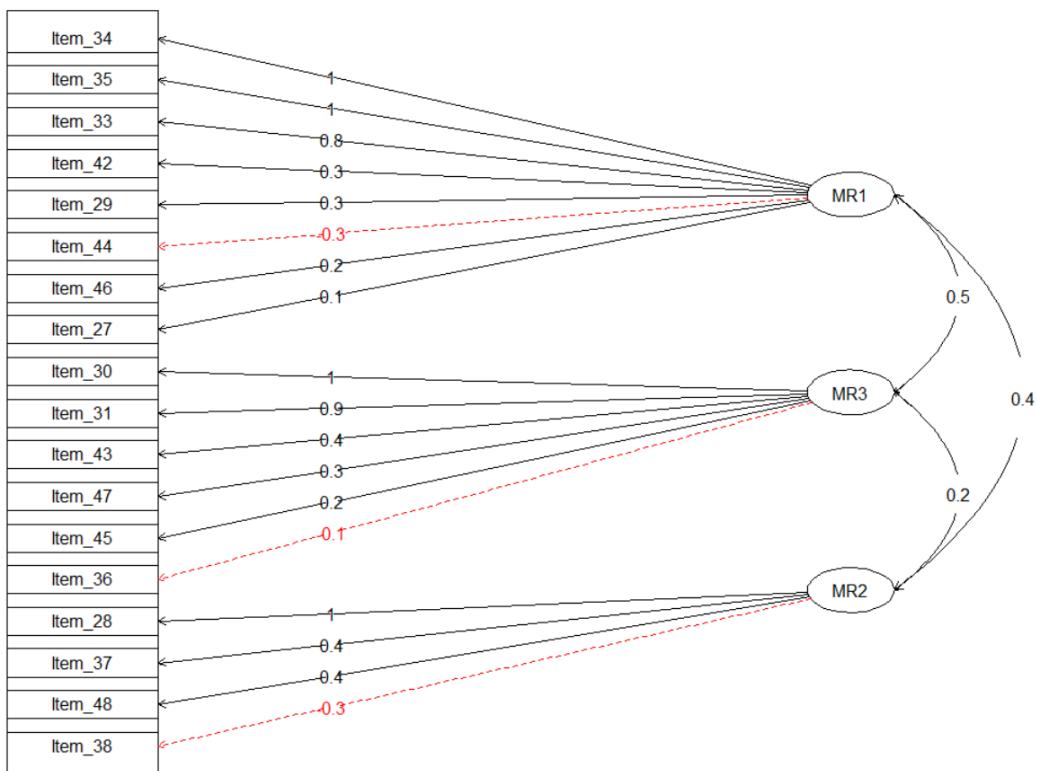
Fonte: dados da pesquisa

Figura 37 – Agrupamentos de itens resultante da análise factorial exploratória para 2 fatores (onda 02)



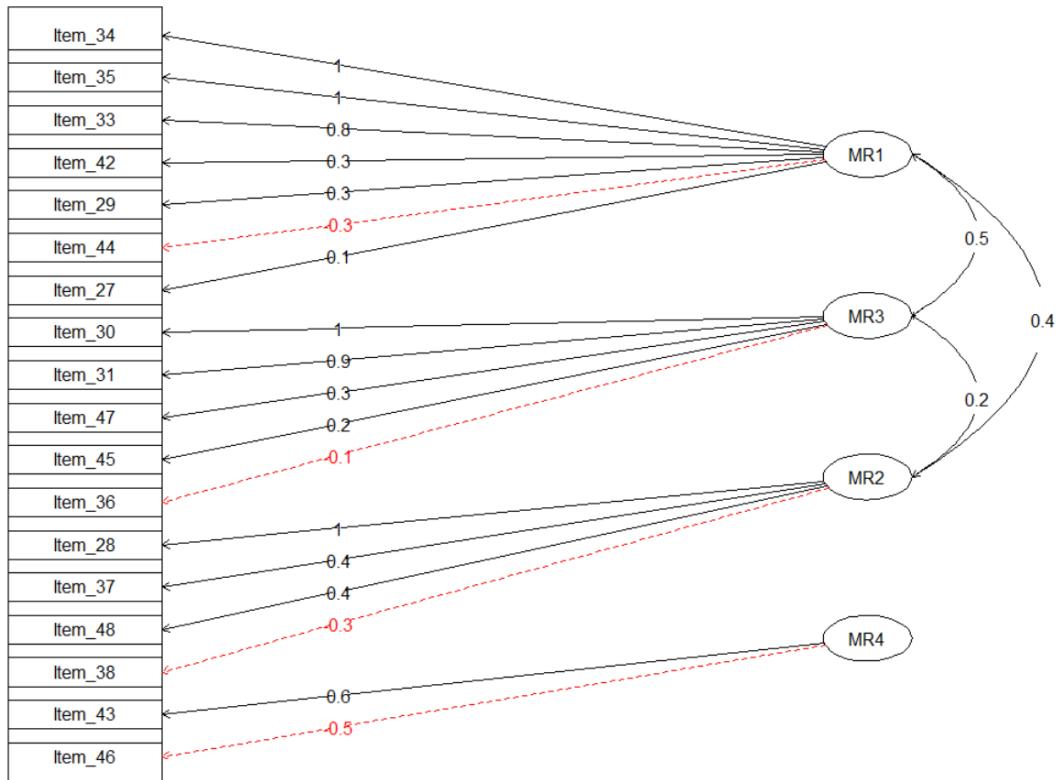
Fonte: dados da pesquisa

Figura 38 - Agrupamentos de itens resultante da análise fatorial exploratória para 3 fatores (onda 02)



Fonte: dados da pesquisa

Figura 39 - Agrupamentos de itens resultante da análise fatorial exploratória para 4 fatores (onda 02)



Fonte: dados da pesquisa

6.2.2. ANÁLISE CONFIRMATÓRIA

O objetivo da análise fatorial confirmatória é a verificação de ajustes entre os dados observados e um modelo hipotético, desenvolvido a priori. Ao fazer a análise fatorial confirmatória, todos os aspectos relevantes ao modelo já têm que estar definidos, a exemplo de quais fatores e indicadores formam o modelo e se existe relação ou não entre os fatores (LEÓN, 2011). Como já relatado, esta relação é dada pela componente de rotação e irá determinar se há correlação entre as diferentes dimensões do modelo. Portanto, a definição de rotação e outras características do modelo já têm que ter sido realizadas na análise fatorial exploratória, e, nesta fase (CFA), já foram definidas.

A CFA será feita com os dados de cada onda, separadamente, resultando em duas análises confirmatórias distintas. Como já reportado, esta decisão foi tomada porque a EFA (análise fatorial exploratória) indicou um agrupamento de fatores diferente do que foi estipulado pelo modelo teórico inicial, que separa os itens por conteúdo. Avaliamos os agrupamentos resultantes da EFA, e, inferimos que separação ocorreu por níveis de complexidade. Portanto, isto mudou o modelo teórico inicial, justificando a nossa decisão de fazer duas análises fatoriais confirmatórias. A primeira análise fatorial confirmatória é relativa aos resultados obtidos pela EFA (inferidos por nós como níveis de complexidade), já a segunda análise tem o objetivo de testar a adequação do modelo teórico inicial (referente à divisão por conteúdos). O modelo teórico inicial não foi descartado por um princípio de objetivo de pesquisa e era necessário verificar o agrupamento das habilidades em relação ao conteúdo com relação aos dados empíricos.

6.2.2.1. CFA DO MODELO DE COMPLEXIDADE

A CFA do modelo de complexidade foi construída a partir dos dados oriundos da análise factorial exploratória (EFA). Esta análise gerou os agrupamentos de fatores de forma diferente do modelo inicial, por nós proposto. Importante observar que a análise factorial separa, mas não classifica. Faz parte do trabalho do pesquisador examinar os grupos de fatores e fazer a inferência quanto à natureza desta separação. A separação dos fatores foi feita em modelos de 2, 3 e 4 dimensões, todos gerados pela EFA.

Ao fazer a CFA, temos que escolher um estimador a priori. O estimador utilizado foi o WLSMV. Este estimador tem uma acurácia muito boa e robusta quanto ao qui-quadrado, além de se adequar bem a amostras demasiadamente pequenas e ter precisão em relação aos números de erro padrão (HOX, 2010).

Com referência à análise dos resultados da CFA, levamos em consideração alguns índices (indicadores) para, de fato, sabermos se o modelo hipotético (no nosso caso, são os três modelos gerados pela EFA), desenvolvido a priori, teve um bom ajuste. Temos os índices de ajuste global absoluto (qui-quadrado, graus de liberdade e SRMR) e comparativo (CFI e TLI). O CFI mede uma melhora relativa no ajuste do modelo do pesquisador em relação a um modelo padrão (LEÓN, 2011). Segundo os apontamentos da literatura (LEÓN, 2011), o qui-quadrado e o grau de liberdade devem ter os valores menores possíveis. O SRMR (que é um índice relativo aos resíduos) deve ter valor próximo a zero com valor de corte igual a 0,08 (HU E BENTLER, 1999). O RMSEA (que é um índice de parcimônia) também deve ter valor próximo a zero, com ponto de corte igual a 0,06 (BROWN, 2006). O CFI (índice de ajuste comparativo entre modelos) e TLI (índice de comparação entre modelos) devem ter valores superiores a 0,9, sendo que valores próximos a 1 indicam modelos bem ajustados.

Os índices CFI e TLI comparam o modelo por nós testado com um modelo no qual foi aceita a hipótese nula (modelo hipotético). O índice CFI representa a razão entre a discrepância do modelo que estamos testando e o modelo hipotético. O CFI não é sensível ao tamanho da amostra. Nossa amostra tem 71 alunos.

De acordo com os resultados dos indicadores na análise confirmatória por níveis de complexidade (resultados sugeridos pela EFA), para cada onda, um modelo específico para as dimensões relativas ao nível de complexidade ficou mais adequado, ficando entre os modelos de 2 e 4 dimensões, a depender da onda de medida (Tabela 9). A escolha foi feita de acordo com a dimensão que tinha os índices com valores mais adequados. Esta análise de adequação dos melhores índices é feita tomando em consideração o conjunto dos índices. Não existe um índice que defina sozinho a maior adequação de um dos modelos, pelo contrário, todos devem ser comparados simultaneamente.

Em geral, os índices RMSEA e SRMR não corresponderam aos valores de corte esperados. Dessa forma, assumimos que os modelos adotados não são tão parcimoniosos. A parcimônia apresenta de forma mais adequada quão bem o modelo se ajusta à população, não apenas a amostra.

Como pudemos observar, de acordo com o comportamento de cada onda separadamente para a melhor adequação de cada dimensão, as ondas 01 e 02 tiveram melhor adequação ao modelo de 2 dimensões, e o restante das ondas teve melhor adequação ao modelo de 4 dimensões.

Tabela 9 - Indicadores da análise confirmatória segundo modelo estatístico

MODELOS	INDICADORES	INDICADORES COM ESTIMADOR WLSMV - SEGUNDO MODELO ESTATÍSTICO							
		ONDA 01	ONDA 02	ONDA 03	ONDA 04	ONDA 05	ONDA 06	ONDA 07	ONDA 09
2 DIMENSÕES	GRAU LIBERDADE	151	118	188	188	593	463	526	376
	QUI-QUADRADO	0.386	0.975	0.997	0.944	1.000	0.294	0.000	0.970
	CFI	0.986	1.000	1.000	1.000	1.000	0.995	0.941	1.000
	TLI	0.984	1.047	1.113	1.039	1.050	0.995	0.937	1.033
	RMSEA	0.848	0.999	1.000	0.998	1.000	0.961	0.000	1.000
	SRMR	0.100	0.087	0.094	0.108	0.104	0.115	0.125	0.109
3 DIMENSÕES	GRAU LIBERDADE	186	132	186	167	591	461	ERRO	374
	QUI-QUADRADO	0.565	0.995	1.000	0.998	1.000	0.800	ERRO	0.998
	CFI	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	ERRO	1.000
	TLI	1.012	1.064	1.166	1.062	1.056	1.008	ERRO	1.050
	RMSEA	0.946	1.000	1.000	1.000	1.000	0.999	ERRO	1.000
	SRMR	0.099	0.081	0.084	0.097	0.100	0.109	ERRO	0.107
4 DIMENSÕES	GRAU LIBERDADE	183	129	183	164	588	458	521	371
	QUI-QUADRADO	0.458	0.999	1.000	1.000	1.000	0.978	0.322	1.000
	CFI	0.996	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.996	1.000
	TLI	0.996	1.076	1.162	1.101	1.054	1.019	0.996	1.080
	RMSEA	0.909	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.962	1.000
	SRMR	0.099	0.077	0.083	0.082	0.101	0.105	0.107	0.097

Fonte: dados da pesquisa

Por uma questão teórico-metodológica em conjunto com a análise dos índices já reportados, tendemos a aceitar o modelo de 3 dimensões, mas isto ainda deverá ser averiguado na comparação entre modelos feita pela ANOVA, que é a nossa etapa final de análise de dimensionalidade.

6.2.2.2. CFA DO MODELO DE CONTEÚDO

A CFA do modelo de conteúdo é feita a partir da divisão dos fatores oriundos do modelo teórico inicial, que agrupa os fatores por conteúdo. Este modelo é oriundo do sistema categórico – TCH, criado a partir do material didático dos professores de lógica de programação. De acordo com os resultados da EFA, os agrupamentos não se dividiram de acordo com os conteúdos definidos, a priori. Mas, por um princípio de objetivo de pesquisa, não descartamos o modelo teórico; dessa forma, precisamos verificar a adequação deste modelo perante o agrupamento dos fatores em relação ao conteúdo aos dados empíricos. Em outras palavras, toda a parte anterior à CFA não foi feita com este modelo de conteúdo, ou seja, tudo foi feito com relação ao modelo de complexidade (natureza inferida por nós). Já

nesta CFA do modelo de conteúdo, partimos do princípio do agrupamento dos fatores de acordo com o nosso modelo teórico inicial (divisão dos fatores por conteúdo da TCH).

Com relação à quantidade de dimensões, a CFA foi realizada utilizando as 3 dimensões do modelo teórico: CM – conhecimento matemático, EP – estrutura de programação e HB – conhecimento híbrido. A depender da onda, o modelo tinha 2 ou 3 dimensões (pois duas ondas não tiveram itens com conteúdo híbrido).

Na CFA por conteúdo, os índices, de forma geral, apresentam bons ajustes, com exceção da onda 1, em que os dados não convergiram. Isto se deu provavelmente pela pequena quantidade de itens, visto que alguns foram excluídos por falta de resposta de todos os alunos (Tabela 10).

Tabela 10 - Indicadores da análise confirmatória segundo modelo teórico

INDICADORES COM ESTIMADOR WLSMV - SEGUNDO MODELO TEÓRICO									
MODELOS	INDICADORES	ONDA 01	ONDA 02	ONDA 03	ONDA 04	ONDA 05	ONDA 06	ONDA 07	ONDA 09
2 OU 3 DIMENSÕES (CM/EP/HÍBRIDA)	GRAU LIBERDADE	ERRO	134	186	186	591	461	524	376
	QUI-QUADRADO	ERRO	0.137	0.995	1.000	0.996	0.125	0.000	0.417
	CFI	ERRO	0.974	1.000	1.000	1.000	0.990	0.970	0.997
	TLI	ERRO	0.970	1.107	1.094	1.031	0.989	0.967	0.997
	RMSEA	ERRO	0.550	1.000	1.000	1.000	0.880	0.144	0.926
	SRMR	ERRO	0.103	0.093	0.093	0.108	0.117	0.119	0.117

Fonte: dados da pesquisa

Os índices de grau de liberdade e qui-quadrado tiveram valores ligeiramente menores do que no modelo de complexidade. Em quase todos os casos, os índices CFI e TLI tiveram resultados maiores do que 0,9 e próximos de 1, o que indica um bom ajuste de modelo. O RMSEA e o SRMR, assim como no caso do modelo de complexidade, apresentaram valores maiores do que o ponto de corte para algumas ondas (Tabela 10).

Estes resultados apontam que o modelo de conteúdo obteve boa adequação aos dados empíricos, provenientes das respostas dos estudantes aos instrumentos de pesquisa. Portanto, continuaremos mantendo os dois modelos: o de complexidade e o de conteúdo. O modelo de conteúdo possui 3 dimensões e o de complexidade terá sua dimensionalidade final definida na última fase da análise: a ANOVA.

6.2.3. TESTANDO OS MODELOS

A fim de obter o melhor modelo explicativo para todo o conjunto de dados (matriz de resposta dos estudantes em todas as ondas), fizemos um teste ANOVA de comparação entre os modelos de 2, 3 e 4 dimensões. Este teste foi feito sem separação de ondas, ou seja, todas as ondas juntas de uma só vez. Este teste definirá a dimensionalidade final do modelo de complexidade.

Quando realizamos um teste ANOVA, testamos uma hipótese, a chamada hipótese nula. Por exemplo, podemos partir do princípio de que em determinada amostra não existe diferença entre meninos e meninas, ou seja, que a diferença de sexos não influenciaria nas respostas dos alunos. Neste primeiro exemplo, a hipótese nula seria de que não existe diferença entre sexos.

Já no nosso caso, fizemos um teste ANOVA para comparação entre modelos de diferentes dimensões. A nossa hipótese nula, então, seria de que não existe diferença entre os modelos de 2,3 ou 4 dimensões. Caso a hipótese nula se confirmasse, não haveria agregação de informação significativa de um modelo em comparação ao outro (TEZZA, 2012). A avaliação da hipótese nula é feita a partir do índice de significância. O índice pode ser definido com base na seguinte pergunta: quanto eu posso confiar que a hipótese nula seja verdadeira ou falsa? A partir daí, com base nesta pergunta e no tamanho da amostra entre outros fatores, podemos definir este índice como 80%, 90%, ou 95%, por exemplo. O mais comum na literatura é a definição do valor de 95%, o que significa que o índice de significância deve ser maior do que 0,05 para que a hipótese nula seja aceita, e por conseguinte, menor do que 0,05 para que a hipótese nula seja rejeitada.

Tabela 11 - Teste ANOVA de comparação entre modelos

MODELOS COMPLEXIDADE	DIFERENÇA QUI-QUADRADO			AIC	BIC
	X2	GRAUS DE LIBERDADE	p-value		
MODELO 2 X MODELO 3	422.658	190	<0,01	42,65	-387,25
MODELO 2 X MODELO 4	615.969	379	<0,01	-142,03	-999,58
MODELO 3 X MODELO 4	193.311	189	0,3996	-184,68	-612,33

Fonte: dados da pesquisa

A partir da Tabela 11, podemos observar que de acordo com o parâmetro do índice de significância (p-value), o modelo 2 é diferente do modelo 3, o modelo 2 também é diferente do modelo 4, mas o modelo 3 e o modelo 4 aceitam a hipótese nula. Assim, não haveria diferença de informação significativa entre estes dois últimos modelos.

A partir daí, podemos escolher o melhor modelo levando em consideração os demais índices.

Tabela 12 - Índices individuais de cada modelo

MODELO	Log da máxima verossimilhança	AIC	BIC
MODELO 2	-5.366.377	11884.75	13188.06
MODELO 3	-5.155.048	11842.1	13575.31
MODELO 4	-5.058.392	12026.78	14187.64

Fonte: dados da pesquisa

Por meio da análise dos critérios de informação AIC e BIC na Tabela 12, verifica-se que levando em consideração o BIC, o modelo de 2 dimensões é o melhor, mas levando-se em consideração o AIC, o modelo de 3 dimensões apresenta melhores resultados. Neste caso, verifica-se que o AIC é o índice mais adequado para análise pois o valor log da máxima verossimilhança corroborou, tendo menor valor para o modelo 3 dimensões.

Levando em consideração que o delta do AIC resultante da operação AIC [modelo 2] – AIC [modelo 3] (Tabela 11) resultou em um número positivo (delta = 42,65), consideramos que o modelo 3 é melhor que o modelo 2. Chegamos a esta conclusão pois o melhor modelo é o que tem o menor valor de AIC.

Apesar da análise anterior ter apontado os melhores ajustes no modelo bi-dimensional e principalmente no modelo de 4 dimensões, a ANOVA apontou que não existem diferenças entre os modelos de 3 e 4 dimensões. Por questões metodológicas e teóricas, o modelo de 3 dimensões se enquadra melhor aos nossos objetivos do que o modelo de 4 dimensões, e por

isso adotaremos o modelo tridimensional para os dados gerais provenientes da matriz de respostas dos alunos aos testes de conhecimento, ao invés do modelo quadridimensional.

6.3. SÍNTSE DOS RESULTADOS

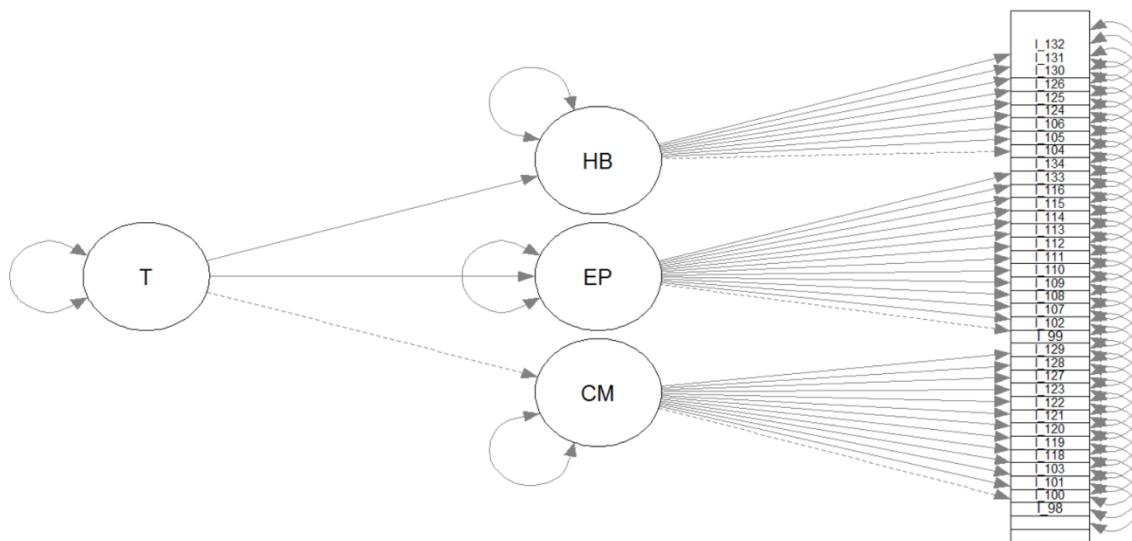
Toda análise fatorial feita até agora nos indicou que o agrupamento dos itens resultante desta análise não corroborou com o nosso modelo teórico inicial, no sentido de que eles não estavam se agrupando pelo conteúdo, mas sim pelo nível de complexidade do traço acessado. Dessa forma, o nosso modelo inicial (Figura 40), que era um modelo de 3 dimensões de conteúdo (somente) sendo acessado por vários itens, se transformou em um modelo de duas facetas: com 3 dimensões de níveis de complexidade do traço latente e mais 3 dimensões para conteúdo.

Como avaliamos os itens qualitativamente, tanto a nível de conteúdo como de complexidade, de maneira a conferir uma classificação corresponde a 3 diferentes categorias (complexidade 1, complexidade 2, complexidade 3; e conhecimento matemático, estrutura de programação e conhecimento híbrido), adotamos o modelo de 3 dimensões, mas agora para designar facetas diferentes daquelas previamente estabelecidas no modelo teórico.

A Figura 41 representa um exemplo da junção dos modelos de conteúdo e de nível de complexidade, feito com dados da onda 5, formando o nosso modelo final. Como podemos observar, as dimensões de natureza de nível de complexidade do traço acessado (CP) compreendem as dimensões de complexidade nível 1 (cm1), complexidade nível 2 (cm2) e complexidade nível 3 (cm3), assim como as dimensões de natureza de conteúdo, provenientes do modelo de conteúdo (CT) compreendem as dimensões de conhecimento matemático (CM), estrutura de programação (EP) e conhecimento híbrido (HB).

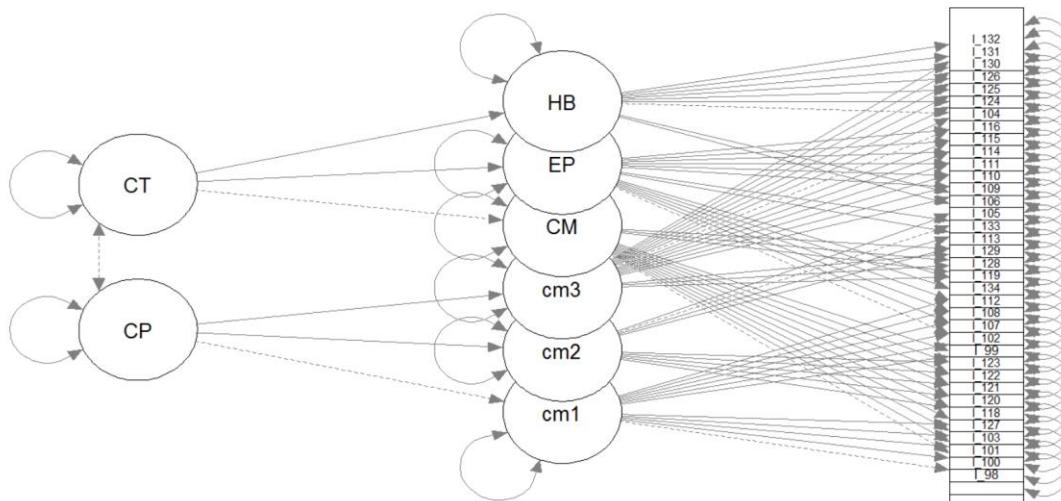
Estes modelos nos possibilitam avaliar a proficiência em cada onda, de acordo com duas naturezas diferentes do traço latente acessado: uma dimensão relativa à complexidade do traço latente acessado e outra dimensão relativa aos conteúdos.

Figura 40 - Modelo teórico inicial



Fonte: dados da pesquisa

Figura 41 - Modelo teórico final (bi-fatorial)



Fonte: dados da pesquisa

A transformação do modelo teórico inicial neste modelo teórico de duas facetas, conteúdo e complexidade, tem implicação direta na análise de desempenho dos alunos. Agora, a análise de desempenho dos estudantes passa a ser feita nas dimensões de complexidade e conteúdo. Este novo modelo possibilitou analisar a performance dos estudantes nos três níveis de complexidade dos itens, e, também possibilitou, em termos de conteúdo, analisar em quais conteúdos os alunos tiveram maior dificuldade e em quais eles tiveram mais facilidade.

7. ANÁLISE 2: APRENDIZAGEM

Neste capítulo, iremos analisar a evolução do desempenho dos alunos na disciplina de lógica de programação durante todo o ano letivo em que foi desenvolvida a nossa pesquisa. Nossos dados serão a proficiência dos alunos para a análise do desempenho geral e o índice de dificuldade dos itens para a análise de desempenho nas dimensões específicas de conteúdo e complexidade.

7.1. DESEMPENHO GERAL

Nessa seção trataremos somente do desempenho geral dos alunos, sem divisão nas dimensões específicas de conteúdo ou complexidade.

Inicialmente verificamos os ajustes do modelo Rasch aos dados empíricos, através dos índices RMSEA, TLI, CLI, qui-quadrado, graus de liberdade e índice de significância. Depois, utilizando a estatística M2, observamos a adequação dos itens e pessoas (alunos respondentes).

Com relação aos índices de adequação da modelagem Rasch, na Tabela 13 reportamos os resultados obtidos no sumário estatístico do programa R (<http://www.r-project.org/>), através do qual fizemos a primeira modelagem. Todos os índices de significância têm valores bem menores do que 0,05, exceto a onda 3.

Com relação ao índice RMSEA, valores menores do que 0,05 apresentam ajuste muito bom e valores entre 0,06 e 0,1 apresentam bom ajuste, podemos afirmar que as únicas ondas que não tiveram bom ou ótimo ajuste foram a 2 e a 7, mas mesmo assim não foram diferenças tão significativas.

Com relação aos índices TLI e CFI, a única onda que não teve bom ajuste foi a 7. Os índices de qui-quadrado e grau de liberdade também tiveram bom ajuste. Dessa forma, podemos dizer que o modelo está bem ajustado de acordo com esses índices (LEÓN, 2011; HU E BENTLER, 1999; BROWN, 2006).

Tabela 13 - Índices de adequação Rasch

	QUI-QUADRADO	GRAU DE LIBERDADE	ÍNDICE DE SIGNIFICÂNCIA	RMSEA	TLI	CFI
ONDA 01	299,9882	209	0,000037054790	0,0812170800	0,7078921000	0,7078921
ONDA 02	260,8487	152	0,000000094766	0,1066153000	0,7118636000	0,7118636
ONDA 03	229,0099	209	0,163178200000	0,0386775600	0,9208839000	0,9208839
ONDA 04	435,7055	275	0,000000002163	0,0970852400	0,8599582000	0,8599582
ONDA 05	882,2444	628	0,000000000076	0,0835471900	0,9043214000	0,9043214
ONDA 06	904,1863	495	0,000000000000	0,0995662200	0,7166376000	0,7166376
ONDA 07	1102,4860	560	0,000000000000	0,1150319000	0,6991680000	0,6991680
ONDA 09	580,9757	405	0,020610890000	0,0914107300	0,7608277000	0,7608277

Fonte: dados da pesquisa

Com relação ao MNSQ, itens e pessoas bem ajustados têm valor infit $> 0,5$ e $< 1,5$.

Um bom ajuste requer que somente menos de 5% dos itens estejam mal ajustados. Na Tabela 14, exibimos o percentual de itens e pessoas com mal ajuste, e podemos observar que o ajuste das pessoas foi menos parcimonioso que o dos itens, resultado já esperado para esse tipo de análise com uma amostra relativamente pequena. Para os itens, essas estatísticas indicam um ótimo ajuste. No apêndice 6, estão os dados de infit e outfit de pessoas e itens para todas as ondas.

Tabela 14 - Ajuste da Modelagem Rasch aos dados empíricos

ONDA	PESSOAS	ITENS
1	3%	0%
2	12%	0%
3	2%	0%
4	19%	0%
5	7%	6%
6	7%	0%
7	8%	3%
9	2%	0%

Fonte: dados da pesquisa

7.1.1. TRAJETÓRIA DE APRENDIZAGEM

Após a avaliação do ajuste da modelagem Rasch aos dados empíricos, prosseguimos a análise traçando as trajetórias de aprendizagem, que refletem a média de desempenho dos alunos, durante as ondas de medida em que foram aplicados os instrumentos, ao longo do ano letivo. Utilizamos os dados das médias de proficiência/habilidade dos alunos, em cada onda, oriundos da análise Rasch, as quais indicam as médias das habilidades gerais em cada onda de medida. Como método para obter o desempenho geral das trajetórias de aprendizagem, executamos algumas etapas: primeiramente checamos se todas as ondas possuem distribuição normal para podermos aplicar testes paramétricos. Em seguida verificamos se há diferença de médias entre as ondas e se há diferença de médias entre as primeiras e últimas ondas, ou seja, se estas médias são estatisticamente diferentes. Por fim, traçamos a trajetória média de aprendizagem, baseada na média das medidas de proficiência dos alunos em cada onda e explicamos esta trajetória com base nos diferentes conteúdos do nosso sistema categórico.

Etapa 1: Verificação da Normalidade das Ondas

Para conduzir a análise de comparação entre as ondas, executamos o teste k-s (Kolmogorov-Smirnov Test) através do SPSS (IBM Corp. Released 2011. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp), através do qual verificamos se as ondas apresentam distribuição normal, uma condição para que possamos fazer testes paramétricos de comparação. Neste teste, valores com índice de significância maior do que 0,05 aceitam a hipótese nula de distribuição normal. Logo, como podemos observar na Tabela 15, todas as ondas possuem distribuição normal.

Tabela 15 - Resultado do teste k-s

ONDA	p	Kolmogorov-Smirnov T
1	0,573	0,782
2	0,150	1,138
3	0,837	0,620
4	0,647	0,738
5	0,561	0,790
6	0,329	0,949
7	0,229	1,040
9	0,675	0,667

Fonte: dados da pesquisa

Etapa 2: Verificação da Diferença Estatística entre as Médias

A fim de saber se há diferenças estatisticamente relevantes, aplicamos o T-test. Este teste tem como hipótese nula que não há diferença estatística entre as médias ($p > 0,05$). Como podemos observar na Tabela 16, a única diferença significativa em todas as médias foi com relação à nona onda. A média da onda 9 foi a mais baixa de todas. Levantamos duas hipóteses para este fato: a primeira hipótese é a conjuntura de final de ano, com alunos cansados e estressados; a segunda hipótese se refere ao conteúdo do teste da nona onda, que é muito carregado em itens com conteúdo de estruturas de programação (EP), que nós acreditamos não ter sido bem assimilado pelos alunos. Para verificar esta segunda hipótese, vamos fazer outras análise, como a de conteúdo e o mapa de proficiência dos alunos *versus* índice de dificuldade dos itens.

Tabela 16 - Resultado do T-Test

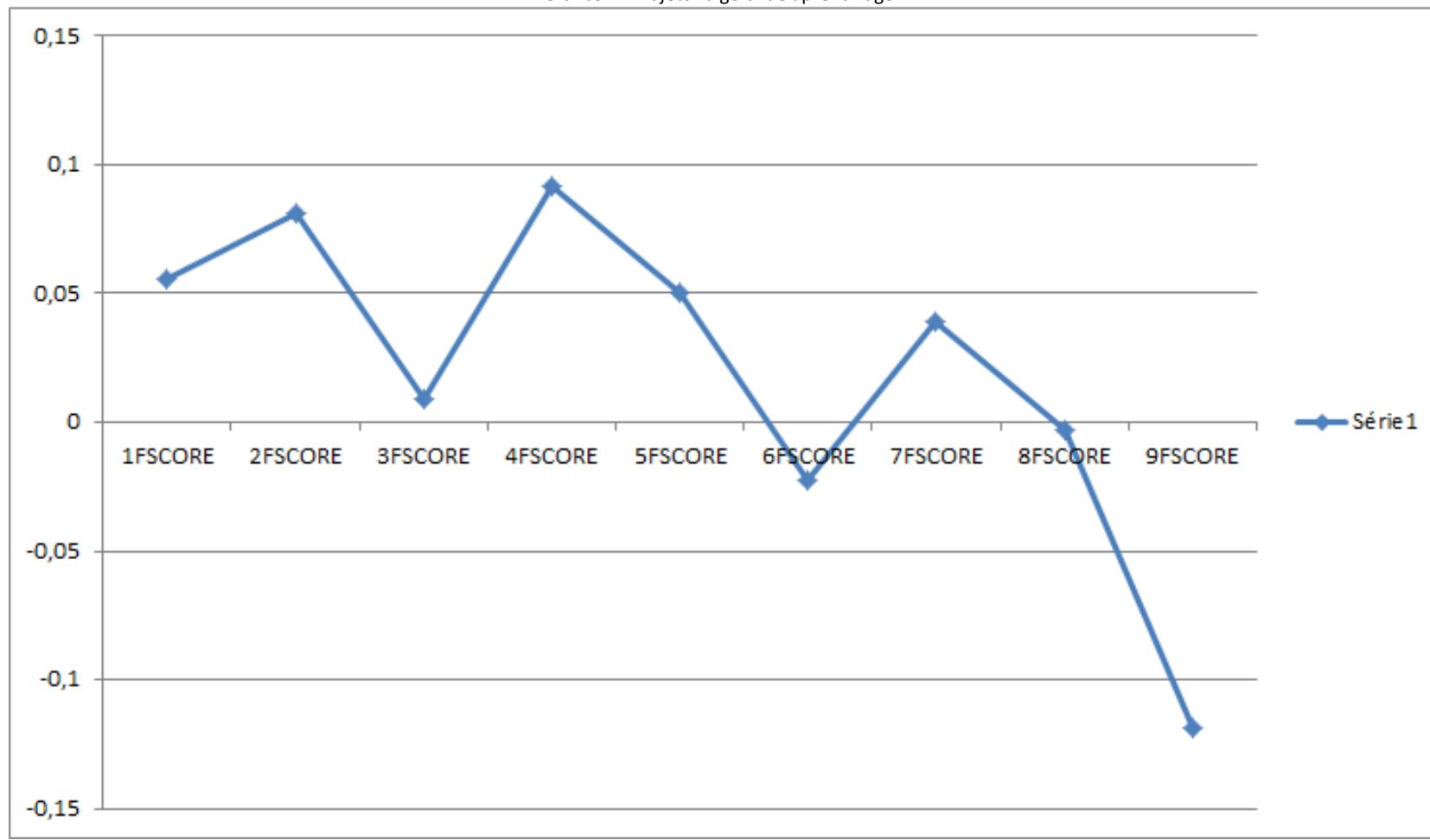
ONDA	t	df	SIG.
ONDA 01 - ONDA 02	-0,193	59	0,848
ONDA 02 - ONDA 03	0,854	59	0,397
ONDA 03 - ONDA 04	-0,454	58	0,651
ONDA 04 - ONDA 05	0,603	53	0,549
ONDA 05 - ONDA 06	0,240	57	0,811
ONDA 06 - ONDA 07	0,162	58	0,872
ONDA 07 - ONDA 09	2,951	50	0,005
ONDA 01 - ONDA 09	2,229	50	0,030
ONDA 02 - ONDA 09	2,091	49	0,042

Fonte: dados da pesquisa

Etapa 3: Trajetória Geral de Aprendizagem

Como já mencionado, os dados para traçar a trajetória geral de aprendizagem foram as médias de proficiências gerais dos alunos em cada onda, oriundos da análise Rasch, sem separação por dimensão de conteúdo ou complexidade. No Gráfico 4, temos o gráfico que relata a trajetória de aprendizagem dos alunos durante o ano letivo. A análise do referido gráfico foi realizada juntamente com a tabela de conteúdos relativos aos itens que compõem os instrumentos (testes de conhecimento), em cada onda de medida. Utilizamos a categorização por conteúdo dos itens, assim como a demarcação por complexidade, para interpretar a trajetória de aprendizagem. Cada onda teve um enfoque diferenciado (por causa dos momentos pedagógicos diferenciados), e consequentemente as ondas não eram homogêneas em níveis de complexidade, embora estivessem dimensionando os mesmos conteúdos. Também tínhamos uma grande quantidade de conteúdos, divididos em diferentes níveis de complexidade hierárquica, no nosso sistema categórico (Quadro 11), o que impossibilitava que todos esses conteúdos fossem abarcados ao mesmo tempo, em cada instrumento. Caso fizéssemos isto, os instrumentos conteriam uma quantidade demasiadamente grande de itens, o que impossibilitaria que estes (os instrumentos) fossem respondidos em tempo hábil. Consideramos o fator fadiga dos estudantes, e por isso limitamos o número de itens a uma quantidade considerada razoável para cada instrumento. O tempo para responder cada instrumento eram duas aulas de 50 minutos. Portanto, como os conteúdos possuem diferentes níveis de complexidade, assim como os itens, a complexidade geral de cada instrumento dependeria da sua composição interna de itens com seus respectivos conteúdos.

Gráfico 4 - Trajetória geral de aprendizagem



Fonte: dados da pesquisa

Avaliando o Gráfico 4, constatamos um processo oscilatório no que diz respeito à aprendizagem, o que é esperado em um processo dessa natureza (COELHO, 2011; FISCHER E BIDELL, 2006; DAWSON, 2006). Mas, ao contrário dos resultados obtidos por Coelho (2011), em que os alunos tiveram diferentes trajetórias de aprendizagem, a maioria ascendente, nós tivemos uma trajetória decrescente, com a última onda bastante atípica, tendo os piores resultados entre todas as ondas. Do ponto de vista educacional, este não é um bom resultado, visto que indica pouca aprendizagem. Do ponto de vista de pesquisa, este resultado nos mostra que os alunos não chegam ao final do ano letivo acertando muitos itens. Vale ressaltar, como já foi informado, que a composição dos instrumentos foi diferente em cada onda de medida, e o instrumento da onda 09 (última onda) foi propositalmente muito carregado em itens que continham o conteúdo EP (estruturas de programação).

O Quadro 11 contém a estrutura de composição dos instrumentos. Nas linhas, estão os conteúdos da TCH em seus níveis de complexidade hierárquica. Nas colunas, estão as 9 ondas de instrumentos. No quadro, estão disponíveis informações do número de itens em cada onda, divididos por conteúdo e nível de complexidade da TCH. A onda 1, por exemplo, tem 6 itens da habilidade de trabalhar com fórmulas matemáticas no nível de complexidade hierárquica III (CMFIII), entre outros itens.

As células vazias informam que não houve item para determinado conteúdo em determinado nível de complexidade naquela onda. Na onda 01, por exemplo, não houve itens de estruturas de repetição (EPED) nos níveis III e IV. A distribuição dos itens também levou em consideração os conteúdos que estavam sendo ensinados naquele momento, atribuindo um peso maior à estes conteúdos.

Quadro 11 - Sistema Categórico X Conteúdo dos Itens nos Instrumentos

		HABILIDADES																
										ONDA 01	ONDA 02	ONDA 03	ONDA 04	ONDA 05	ONDA 06	ONDA 07	ONDA 08	ONDA 09
ESTRUTURAS DE PROGRAMAÇÃO - EP	ESTRUTURA DE DECISÃO - EPED	Reconhecer uma estrutura de decisão e seus tipos em um pseudo-código - EPEDI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Reconhecer a necessidade de utilização de uma estrutura de decisão - EPEDII	1		1	1	1	1		1	1							
		Interpretar uma estrutura de decisão em um pseudo-código ou programa / Explicar uma estrutura de decisão - EPEDIII			1	1	1	1	1			1	1					
		Aplicar a estrutura de decisão (programando) - EPEDIV		3	0	3	3	3		3	3							
	LAÇO - EPCL	Reconhecer um laço, seus tipos e variáveis em um pseudo-código - EPCLI	1				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Reconhecer a necessidade de utilização de um laço - EPCLII		1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Interpretar um laço em um pseudo-código ou programa / Explicar a utilização de um laço - EPCLIII		2	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
		Aplicar a estrutura de um laço (programando) - EPCLIV	3		3	3	6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	MATRIZES UNIDIMENSIONAIS - EPMU	Reconhecer uma matriz unidimensional em um pseudo-código - EPMUI		1	1		1		1	1								
		Reconhecer a necessidade de utilização de matrizes unidimensionais - EPMUII			1	1		1	1		1	1	1	1	1	1	1	
		Interpretar matrizes unidimensionais em um pseudo-código ou programa / Explicar a utilização de matrizes unidimensionais - EPMUIII			1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Aplicar matrizes unidimensionais (programando) - EPMUIV		3	3					3	3							
	MATRIZES BIDIMENSIONAIS - EPMB	Reconhecer uma matriz bidimensional em um pseudo-código - EPMBI	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Reconhecer a necessidade de utilização de matrizes bidimensionais - EPMBII	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Interpretar matrizes bidimensionais em um pseudo-código ou programa / Explicar a utilização de matrizes bidimensionais - EPMBIII			1					1	1	1	1	1	1	1	1	
		Aplicar matrizes bidimensionais (programando) - EPMBIV	3							3	3							
CONHECIMENTO MATEMÁTICO - CM	REGRA DE 3 - CMRT	Habilidade em reconhecer a regra de 3 - CMRTI	1		1													
		Habilidade em reconhecer e explicar a regra de 3 - CMRTII	1		1	1		1	1									
		Habilidade em reconhecer, explicar e resolver a regra de 3 - CMRTIII	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Habilidade em reconhecer, explicar, resolver e transpor em algoritmos a regra de 3 - CMRTIV	3		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	PERCENTUAL - CMPE	Habilidade em reconhecer percentuais - CMPEI		1		1				1	1							
		Habilidade em reconhecer e explicar percentuais - CMPEII					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Habilidade em reconhecer, explicar e resolver percentuais - CMPEIII		1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Habilidade em reconhecer, explicar, resolver e transpor em algoritmos percentuais - CMPEIV					3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	CONVERSÃO DE MOEDAS - CMMO	Habilidade em reconhecer a conversão de moedas - CMMOI	1		1				1	1			1					
		Habilidade em reconhecer e explicar a conversão de moedas - CMMOII	1		1	1			1	1			1					
		Habilidade em reconhecer, explicar e resolver a conversão de moedas - CMMOIII	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Habilidade em reconhecer, explicar, resolver e transpor em algoritmos a conversão de moedas - CMMOIV				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	TRABALHAR COM FÓRMULAS MATEMÁTICAS - CMFM	Habilidade em reconhecer fórmulas matemáticas - CMFMI	1				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Habilidade em reconhecer e explicar fórmulas matemáticas - CMFMII	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Habilidade em reconhecer, explicar e resolver fórmulas matemáticas - CMFMIII	6	6	6	5	6	5	6	5	5	5	5	5	5	5	5	
		Habilidade em reconhecer, explicar, resolver e transpor em algoritmos em fórmulas matemáticas - CMFIV	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	PADRÃO DE COMPORTAMENTO - CMPC	Habilidade em reconhecer padrões de comportamento - CMPCI	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Habilidade em reconhecer e explicar padrões de comportamento - CMPCII	1				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Habilidade em reconhecer, explicar e resolver padrões de comportamento - CMPCIII	1				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Habilidade em reconhecer, explicar, resolver e transpor em algoritmos padrões de comportamento - CMPCIV	3			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	

Fonte: dados da pesquisa

Podemos observar que da primeira para a segunda onda, tivemos um pequeno acréscimo na média das proficiências. Na primeira onda, temos que considerar que foi o primeiro contato dos alunos com o instrumento. Os alunos não conheciam ainda o formato do instrumento, apenas sabiam do que se tratava a pesquisa, seu objetivo e tinham o consentimento dos pais para que participassem. Além disso, tivemos três questões de implementação algorítmica de problemas envolvendo conteúdo matemático (regra de 3, fórmulas matemáticas e padrão de comportamento), ou seja, questões híbridas. As demais

questões de conhecimento matemático (que não eram do nível IV do sistema categórico e, portanto, não envolviam programação) também envolviam conteúdo de padrão de comportamento, fórmula matemática e regra de 3. As questões de EP envolviam os primeiros níveis hierárquicos de estruturas de decisão e laço. Estes conteúdos são lecionados na primeira e segunda unidade, respectivamente.

Já na segunda onda, não tivemos itens híbridos, ou seja, os com conteúdo de conhecimento matemático no nível IV, que requerem a resolução e implementação algorítmica de um problema matemático. Mas, tivemos itens que envolviam os níveis I e III do conteúdo de percentuais (CM) e itens que envolviam os níveis I, II e III de conversão de moedas (CM). Quanto aos itens de estrutura de programação (EP), esta onda abrangeu os conteúdos de estrutura de decisão (assunto da 1^a unidade) e laço (assunto da 2^a unidade). Os alunos novatos estavam estudando o conteúdo de estrutura de decisão naquele momento. Embora o instrumento contivesse itens de nível IV de EP (estruturas de programação), os outros níveis também estavam presentes e não exigiam que o aluno já chegasse a implementar os algoritmos utilizando estas estruturas. Os itens de estrutura de decisão, nos níveis abaixo do IV, têm uma característica bastante intuitiva, pois a estrutura de decisão está mais presente (mais fácil de reconhecer e entender) no dia-a-dia dos alunos do que os outros conteúdos de estruturas de programação (EP). Portanto, temos um indício de que assuntos que se aproximam mais das atividades diárias são mais bem aprendidos que assuntos que exigem altos níveis de abstração.

Na Figura 42, temos um exemplo de uma questão que exige a habilidade EPEDII, ou seja, que o aluno reconheça a necessidade de utilização de uma estrutura de decisão para resolver um problema. Já na Figura 43, temos um exemplo de uma questão que exige a habilidade EPEDIII, ou seja, que o aluno saiba interpretar uma estrutura de decisão em um pseudo-código ou programa e saiba explicar uma estrutura de decisão.

Figura 42 - Questão que exige habilidade EPEDII

- 6) Qual a estrutura de programação que você usaria para resolver a situação abaixo?

“Pedro não sabe ainda o que vai fazer durante as férias. Caso tenha dinheiro, viajará, caso contrário, ficará em casa. Caso possa viajar e faça sol, irá para a chapada diamantina, caso faça frio, irá para Gramado”

- a) laço
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas

Fonte: dados da pesquisa

Figura 43 – Questão que exige habilidade EPEDIII

- 5) Quais os descontos obtidos em cada compra, se Maria comprou 130 reais de picanha, depois, 72 reais em copos descartáveis e depois, 69 reais em filet mignon?

Se ((ValorCompra > 100) e (CategoriaProduto = “Perecível”)) Então
Desconto = 20%
Senão Se (ValorCompra > 100) e (CategoriaProduto = “NãoPerecível”)) Então
Desconto = 15%
Senão Se (ValorCompra > 80) e (CategoriaProduto = “Perecível”)) Então
Desconto = 18%
Senão Se (ValorCompra > 80) e (CategoriaProduto = “NãoPerecível”)) Então
Desconto = 13%
Senão Se (ValorCompra > 70) e (CategoriaProduto = “Perecível”)) Então
Desconto = 16%
Senão Se (ValorCompra > 70) e (CategoriaProduto = “NãoPerecível”)) Então
Desconto = 11%
Senão
Desconto = 0%

a) 15%, 11%, 0%
b) 20%, 16%, 11%
c) 20%, 11%, 0%
d) 20%, 11%, 16%
e) 16%, 13%, 0%

Fonte: dados da pesquisa

Já na terceira onda, ocorreu uma queda de desempenho muito grande em relação às médias gerais de proficiência dos alunos. A esta altura, os alunos estavam terminando a primeira unidade, e, estavam acabando de estudar o assunto de estruturas de decisão. Com relação ao macro conteúdo EP, tivemos itens de matrizes unidimensionais nos níveis I, II, III e IV (assunto da terceira unidade), matrizes bidimensionais no nível II (assunto da quarta

unidade), laço (assunto da segunda unidade) nos níveis II e III e estruturas de decisão (assunto da primeira unidade) nos níveis I, II e III. Já com relação aos itens de CM, tivemos itens com os conteúdos de fórmula matemática nos níveis II, III e IV. O algoritmo de fórmula matemática (item no nível IV do nosso sistema categórico) não envolvia muita complexidade a nível de implementação, pois só era necessário utilizar estruturas de decisão no algoritmo (que eles estavam acabando de estudar). Em geral, consideramos que a forte presença de itens de conteúdo EP, com assuntos das últimas unidades do ano letivo, podem ter tido forte influência na queda do desempenho geral.

Na quarta onda, os alunos apresentaram um bom acréscimo na média das proficiências. Foi a melhor média de todo o ano letivo. A esta altura, eles já estavam cursando meados da segunda unidade, já tinham estudado estrutura de decisão (assunto da 1^a unidade) e estavam estudando laço. Também já sabiam montar pequenos algoritmos para resolver problemas matemáticos sucintos. Com relação à estrutura de programação (EP), tivemos itens de estrutura de decisão (assunto 1^a unidade) e matrizes unidimensionais (assunto 3^a unidade), nos quatro níveis de complexidade do nosso sistema categórico (I, II, III e IV). Os alunos novatos ainda não tinham estudado matrizes unidimensionais. Já com relação aos itens de conhecimento matemático (CM), tivemos itens que envolviam regra de 3 e conversão de moedas, também nos quatro níveis de complexidade do nosso sistema categórico. Para montar algoritmos de forma a resolver os problemas matemáticos destes dois conteúdos, neste instrumento não era necessário saber os assuntos referentes à EP que ainda não tinham sido ensinados, ou, que estavam sendo estudados naquele momento (laço, sendo estudado; matrizes unidimensionais e matrizes bidimensionais, a serem estudados). Logo, o instrumento, em sua maioria, não estava acessando os níveis mais complexos de conhecimento dos alunos naquela onda, a não ser pelos itens com conteúdo de matrizes unidimensionais, o que poderia explicar uma melhor média de proficiência dos alunos.

Já a quinta onda sofreu um decréscimo em relação à quarta onda, mas ainda assim se manteve com um dos melhores resultados em termos de média de proficiência. Nesse ponto, os alunos já estavam terminando de estudar a segunda unidade. Com relação a estruturas de programação (EP), já tinham estudado estruturas de decisão na primeira unidade e estavam terminando de estudar laço na segunda unidade. O instrumento continha itens de estruturas de decisão e laço nos quatro níveis de complexidade do nosso sistema categórico (I, II, III e IV). Além destes dois conteúdos de EP, havia itens de matrizes bidimensionais nos níveis I e II do nosso sistema categórico. Com relação aos itens com conteúdo de conhecimento matemático (CM), o instrumento continha itens com conteúdo de percentuais, fórmula matemática e padrão de comportamento nos quatro níveis de complexidade do nosso sistema hierárquico (I, II, III e IV). Para criar os algoritmos que resolvessem os problemas de fórmula matemática e percentuais não era preciso utilizar estruturas mais complexas como laço, matrizes uni e bidimensionais. Já o algoritmo de padrão de comportamento requer o uso da estrutura de laço para resolver. Logo, este item já eleva o índice de dificuldade do instrumento. No entanto, os alunos tinham estudado laço recentemente naquela unidade e estavam aptos a resolver os itens, apesar da dificuldade mais elevada.

A sexta onda teve o segundo pior resultado em termos de médias de proficiência durante todo o ano letivo. A esta altura, os alunos estavam em meados da terceira unidade. Já tinham estudado estruturas de decisão, na 1^a unidade, laço, na 2^a unidade, e, estavam estudando matrizes unidimensionais na terceira unidade. Talvez pelo fato deste instrumento ter sido carregado em itens com conteúdos de EP, somente um pouco menos que o instrumento da onda 9, pois não tinha itens envolvendo matrizes bidimensionais, o nível de proficiência tenha caído assim. Começamos, então, a ter mais evidências de que instrumentos que carregam muito em itens com conteúdos de EP apresentam menores médias de proficiência. Com relação ao conteúdo dos itens de EP, temos itens envolvendo estruturas de

decisão e laço nos quatro níveis hierárquicos do nosso sistema categórico. Temos também itens envolvendo matrizes unidimensionais nos três primeiros níveis. Já com relação aos itens com conteúdo de CM, temos itens nos níveis II, III e IV com o conteúdo de regra de 3, itens nos níveis III e IV com conteúdo de conversão de moedas, itens nos níveis I e III com conteúdo de fórmulas matemáticas e finalmente um item no nível III com o assunto de padrão de comportamento. Assim, com relação à estes últimos itens do macro conteúdo CM, podemos observar a presença de itens híbridos em dois conteúdos, que são os itens de conhecimento matemático no nível IV do nosso sistema hierárquico. Estes itens também ajudam a explicar a queda no nível de proficiência dos alunos para esta onda, pois questões híbridas requerem implementação de algoritmo para resolução de um problema matemático.

Na sétima onda, houve um acréscimo na média de proficiência dos alunos, mas nada que a deixasse com os melhores resultados. Com relação ao macro conteúdo de EP, temos itens com o conteúdo de laço e matrizes bidimensionais, sendo que temos dois algoritmos a serem resolvidos, ou seja, itens no nível IV do nosso sistema categórico, com conteúdo de laço. Com relação a matrizes bidimensionais, só tinham itens nos três primeiros níveis do nosso sistema categórico, ou seja, não havia algoritmos com este conteúdo. Neste momento, os alunos estavam terminando a terceira unidade. Estavam estudando matrizes unidimensionais e o único assunto do macro conteúdo EP que ainda não tinha sido estudado eram as matrizes bidimensionais, que são assuntos da quarta unidade. Com relação ao macro conteúdo de CM, temos itens envolvendo percentuais, fórmulas matemáticas e padrão de comportamento. Para todos estes conteúdos, temos questões híbridas, envolvendo a construção de algoritmo para resolver estes problemas matemáticos. Atribuímos também à presença destas questões híbridas, o fato das proficiências não terem sido tão altas, mesmo se tratando da sétima onda, quase no final do ano letivo.

A onda 8, tiramos da análise em fases anteriores, por falta de quantidade significativa de alunos, portanto ela não será analisada.

Enfim, a onda 09, última onda, teve o pior desempenho. Como vínhamos observando, instrumentos nos quais carregamos mais itens em conteúdos de EP, tendem a apresentar um menor desempenho dos estudantes do que instrumentos com itens de macro conteúdo CM, exceto questões híbridas, pois, itens de conteúdo CM do nível IV também contribuem para diminuir a média de proficiência. Este teste foi aplicado ao final do ano letivo, e continha todos os conteúdos de EP, em todos os níveis do nosso sistema categórico. Tivemos também 5 itens do macro conteúdo CM, no conteúdo de fórmula matemática, no nível III do nosso sistema categórico; e, mais um item de padrão de comportamento (CM), também no nível III do nosso sistema categórico.

Os resultados relativos à análise da trajetória geral de aprendizagem indicam que os alunos não chegam ao final do ano acertando muitas questões de estruturas de programação, o que nos remete a um problema de aprendizagem desse conteúdo específico. Verificamos que questões de conhecimento matemático que exigem implementação de algoritmo também tornam os testes mais difíceis, fazendo com que a média da proficiência dos alunos diminua. Este resultado nos mostra a grande dificuldade dos alunos na disciplina de algoritmo, principalmente a partir da segunda unidade, quando se inicia o conceito de laço, continuando por matrizes unidimensionais e bi-dimensionais. Em instrumentos nos quais eram exigidas implementações com estruturas de decisão, as proficiências não mostravam queda, um sinal de que este assunto é mais facilmente aprendido. Este resultado evidencia uma perspectiva docente de que a partir da segunda unidade os conteúdos ficam mais difíceis porque começam a exigir maior grau de abstração e conhecimentos sobre estruturas matemáticas de vetores e matrizes. De fato, o nível de complexidade do assunto estruturas de decisão é menor do que laço e matrizes. Além do menor nível de abstração, os problemas que envolvem estrutura de

decisão são mais facilmente associados com problemas reais do dia-a-dia dos alunos e não exigem muita familiaridade com a matemática (Figura 42 e Figura 43).

7.1.2. PREDITORES DE APRENDIZAGEM

Na área de ensino de ciências temos exemplos de trabalhos que apontam preditores de aprendizagem, ou seja, fatores que podem influenciar no processo. Coelho (2011) levantou como preditores na aprendizagem de física, o vocacionamento para física, o engajamento dos estudantes, o nível socioeconômico, entre outros.

Nessa seção iremos verificar se há diferença de desempenho dos alunos em relação a diferentes preditores, que são fatores que podem explicar a evolução dos alunos no domínio de lógica de programação. Utilizamos os preditores sexo, turno, repetência escolar, gosto por matemática, gosto por leitura e escola anterior. Estas informações sobre os preditores foram provenientes de um formulário, preenchido pelos alunos, no início do ano letivo, sendo que questões como gosto pela leitura e pela matemática são auto-declarativas. Iremos utilizar como dados de desempenho dos alunos, as proficiências obtidas pela modelagem Rasch nas ondas de medida durante o ano letivo. Como método iremos aplicar estatísticas clássicas a exemplos de testes de homogeneidade de variância (Levene) e ANOVA.

Em relação aos testes de homogeneidade, todos os preditores são passíveis de comparação, pois, de acordo com os testes de Levene, as amostras são homogêneas, em sua maioria ($p > 0,05$).

Na nossa amostra, em relação ao preditor “*turno*” (Tabela 17), verificamos que nenhuma das médias difere significativamente para as ondas de medida ($p > 0,05$ no teste ANOVA), indicando que este aspecto não faz diferença para a aprendizagem dos alunos.

Tabela 17- ANOVA com separação de turno

ANOVA			
	df	F	Sig.
ONDA 01	1	,014	,905
ONDA 02	1	3,348	,072
ONDA 03	1	1,626	,207
ONDA 04	1	,214	,645
ONDA 05	1	,894	,348
ONDA 06	1	,177	,676
ONDA 07	1	,887	,350
ONDA 09	1	2,872	,096

Fonte: dados da pesquisa

Com relação ao preditor “*repetência escolar*” (Tabela 18), verificamos também que nenhuma das médias difere significativamente para as ondas de medida ($p > 0,05$ no teste ANOVA), indicando que este aspecto também não faz diferença para a aprendizagem dos alunos.

Tabela 18 - ANOVA com separação de repetência escolar

ANOVA			
	df	F	Sig.
ONDA 01	1	,463	,499
ONDA 02	1	1,009	,319
ONDA 03	1	,004	,948
ONDA 04	1	,009	,924
ONDA 05	1	,003	,953
ONDA 06	1	2,469	,121
ONDA 07	1	,727	,397
ONDA 09	1	2,468	,122

Fonte: dados da pesquisa

Já com relação ao preditor “*gosto pela leitura*” (Tabela 19), verificamos que as médias diferem significativamente somente para a onda 3 ($F=3,172$, $df=58$, $p=0,031$). Portanto, é um aspecto que não fez diferença significativa na nossa amostra, de acordo com a auto-declaração dos alunos.

Tabela 19 - ANOVA com separação de gosto pela leitura

ANOVA			
	df	F	Sig.
ONDA 01	3	1,958	,130
ONDA 02	3	,715	,547
ONDA 03	3	3,172	,031
ONDA 04	3	,357	,784
ONDA 05	3	1,347	,269
ONDA 06	3	1,485	,227
ONDA 07	3	1,270	,294
ONDA 09	3	,992	,404

Fonte: dados da pesquisa

Com relação ao preditor “*sexo*” (Tabela 20), verificamos que as médias diferem significativamente nas três primeiras ondas (onda 1, $F=9,475$, $df =65$, $p=0,003$; onda 2, $F=6,381$, $df =62$, $p=0,014$; onda 3, $F=9,571$, $df =63$, $p=0,003$). Os meninos tiveram as maiores médias nas três primeiras ondas. Temos como hipótese de que a história egressa do aluno tem importância na disciplina, mas não investigamos este preditor na nossa pesquisa.

Tabela 20 - ANOVA com separação de sexo

ANOVA			
	df	F	Sig.
ONDA 01	1	9,475	,003
ONDA 02	1	6,381	,014
ONDA 03	1	9,571	,003
ONDA 04	1	2,516	,118
ONDA 05	1	3,800	,056
ONDA 06	1	1,445	,234
ONDA 07	1	,542	,465
ONDA 09	1	3,340	,073

Fonte: dados da pesquisa

Com relação ao preditor “*escola anterior*” (Tabela 21), verificamos que as médias diferem significativamente nas ondas 1 ($F=9,734$, $df =61$, $p=0,000$), 2 ($F=4,623$, $df =58$, $p=0,014$) e 3 ($F=4,143$, $df =58$, $p=0,021$). Verificamos que a escola anterior influenciou o desempenho dos alunos, principalmente nas ondas iniciais, no início do ano. Alunos que vieram de escolas particulares tiveram melhor rendimento que alunos de escolas municipais e

estaduais. Mas isso parece não fazer diferença após um período de convivência, em a média de proficiência não se mostra diferente em termos de desempenho. Esse é um resultado que aponta para o efeito da socialização no processo de ensino e aprendizagem, uma vez que uma hipótese explicativa é a de que a lacuna inicial decorrente de instrução prévia (diferença de escolas) pode ser superada no decorrer do processo, indicando um avanço daqueles com menos conhecimento prévio. Contudo, esse também é um pressuposto que deve ser investigado com maior profundidade em pesquisa futura, pois demanda um desenho de pesquisa com outro enfoque.

Tabela 21 - ANOVA com separação de escola anterior

ANOVA			
	df	F	Sig.
ONDA 01	2	9,734	,000
ONDA 02	2	4,623	,014
ONDA 03	2	4,143	,021
ONDA 04	2	2,066	,136
ONDA 05	2	,042	,959
ONDA 06	2	1,629	,205
ONDA 07	2	2,108	,131
ONDA 09	2	2,402	,101

Fonte: dados da pesquisa

Enfim, com relação ao preditor “*gosto por matemática*” (Tabela 22), verificamos que as médias das ondas 03 ($F=4,962$, $df =59$, $p=0,004$), 04 ($F=4,493$, $df =57$, $p=0,007$), 05 ($F=3,264$, $df=54$, $p=0,028$), 06 ($F=3,849$, $df=62$, $p=0,014$) e 09 ($F=3,859$, $df=49$, $p=0,015$) diferem significativamente, mostrando que os alunos que se auto-declararam gostar muito de matemática tiveram uma proficiência diferenciada do restante dos alunos, ou seja, tiveram uma média superior aos outros. Isto indica que este aspecto pode fazer diferença para a aprendizagem . Podemos observar a trajetória de acordo com a auto-declaração “*gosto por matemática*” na Figura 44.

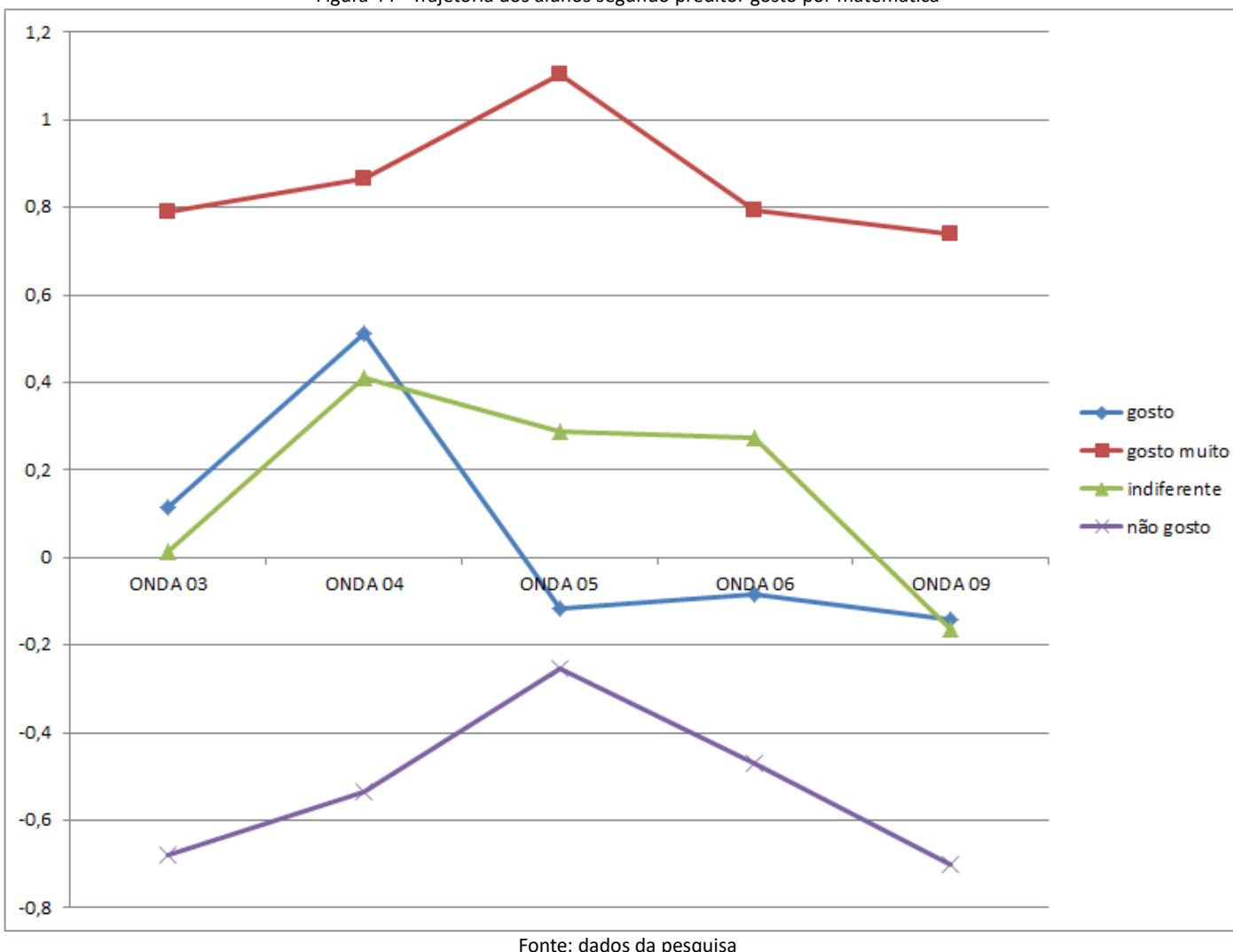
Tabela 22 - ANOVA com separação de gosto por matemática

ANOVA			
	df	F	Sig.
ONDA 01	3	2,412	,075
ONDA 02	3	1,997	,124
ONDA 03	3	4,962	,004
ONDA 04	3	4,493	,007
ONDA 05	3	3,264	,028
ONDA 06	3	3,849	,014
ONDA 07	3	2,396	,078
ONDA 09	3	3,859	,015

Fonte: dados da pesquisa

Consideramos esse um resultado relevante em nossa pesquisa, uma vez que se auto declarar com interesse por matemática nos leva a interpretar que há um investimento cognitivo no estudo dos conteúdos da disciplina, pois lógica de programação envolve muitos conceitos matemáticos. Além disto, o conhecimento prévio em matemática é muito importante para o desenvolvimento do aluno (GARCIA ET AL, 2008; GOMES E MENDES, 2006) e este resultado evidencia uma perspectiva docente intuitiva de que alunos que gostam muito de matemática conseguem se desenvolver na disciplina.

Figura 44 - Trajetória dos alunos segundo preditor gosto por matemática



Fonte: dados da pesquisa

7.2. APRENDIZAGEM NAS DIMENSÕES DE HABILIDADE

Nessa seção apresentamos a análise do progresso dos alunos em domínios específicos do conhecimento, de acordo com o nosso modelo psicométrico. Vamos verificar a evolução do entendimento em níveis de complexidade e conteúdo, ou seja, se os itens ficam mais fáceis em cada dimensão, no decorrer do ano letivo. Iremos utilizar como dados os índices de dificuldade dos itens nas dimensões de complexidade e conteúdo. Para a dimensão de complexidade, como método para atingir nosso objetivo, iremos traçar a trajetória média de aprendizagem, baseada na média das medidas de dificuldade dos itens em cada onda, em cada um dos três níveis de complexidade. Para a dimensão de conteúdo, iremos verificar a evolução das habilidades dos alunos em termos de conteúdos aprendidos, ou seja, iremos avaliar quais conteúdos foram mais aprendidos e quais conteúdos os estudantes tiveram maior dificuldade. Como método utilizaremos gráficos e testes estatísticos com as medidas de dificuldade dos itens em cada onda, assim como a interpretação qualitativa dos mapas de itens tanto nas dimensões gerais quanto nos conteúdos específicos.

Antes de iniciar o procedimento de comparação das médias de dificuldades dos itens, aplicamos o teste de Levene para testar a homogeneidade das variâncias, e o teste ANOVA, para ver se existe diferença significativa entre as médias de índices de dificuldade dos itens.

De acordo com o teste de Levene, na Tabela 23, as médias de cada onda são homogêneas ($p>0,05$), isto significa que podemos compará-las.

Tabela 23 - Teste de homogeneidade dos parâmetros de dificuldade dos itens em cada onda de medida (Levene)

Test of Homogeneity of Variances

INDICE DIFICULDADE

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1,419	7	203	,199

Fonte: dados da pesquisa

De acordo com o teste ANOVA, reportado na Tabela 24, verificamos que há diferença de médias entre as ondas ($F=2,613$; $df=7,203$; $p=0,013$).

Tabela 24 - Teste de diferenças de médias dos parâmetros de dificuldade dos itens em cada onda de medida (ANOVA)

ANOVA

INDICE DIFICULDADE

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	30,439	7	4,348	2,613	,013
Within Groups	337,802	203	1,664		
Total	368,241	210			

Fonte: dados da pesquisa

Esses testes iniciais com os parâmetros de dificuldade dos itens foram realizados a fim de avaliar se testes paramétricos podem ser aplicados a essas medidas. Nossos resultados apontam para a homogeneidade das medidas entre as ondas e para a diferença estatisticamente significativa entre elas (para cada onda), indicando que podemos aplicar testes paramétricos. Contudo, esses testes foram aplicados sem levar em consideração a divisão dos itens em relação à dimensão de complexidade e de conteúdo, o que pode enviesar algum resultado. Dessa maneira, ainda que esse resultado inicial indique que podemos prosseguir com a análise levando-se em consideração cada onda de medida, ao separarmos dessa forma aplicamos novamente os testes, agora levando-se em consideração também a dimensão de complexidade e de conteúdo, em duas análises distintas.

7.2.1. DIMENSÃO DE COMPLEXIDADE

O nosso objetivo é investigar a aprendizagem dos alunos de acordo com a complexidade dos itens, utilizando os parâmetros de dificuldade dos itens.

Para que pudéssemos verificar a possibilidade de comparação das médias, fizemos um teste de normalidade (Tabela 25), de acordo com a complexidade dos itens, em termos de dimensões. Os valores deram todos significativos ($p > 0,05$), exceto na onda 9, que teve um comportamento diferenciado. Portanto, pudemos partir para a comparação da média dos índices de dificuldade na dimensão de complexidade.

Optamos por manter a onda 9 pois temos como hipótese que o comportamento diferenciado desta onda deve-se ao fato de ela ser bastante carregada em itens de estrutura de programação. Portanto, como este é um dado importante para a nossa pesquisa optamos por mantê-la nesta análise e nas análises futuras.

Tabela 25 - Teste k-s de acordo com a complexidade dos itens

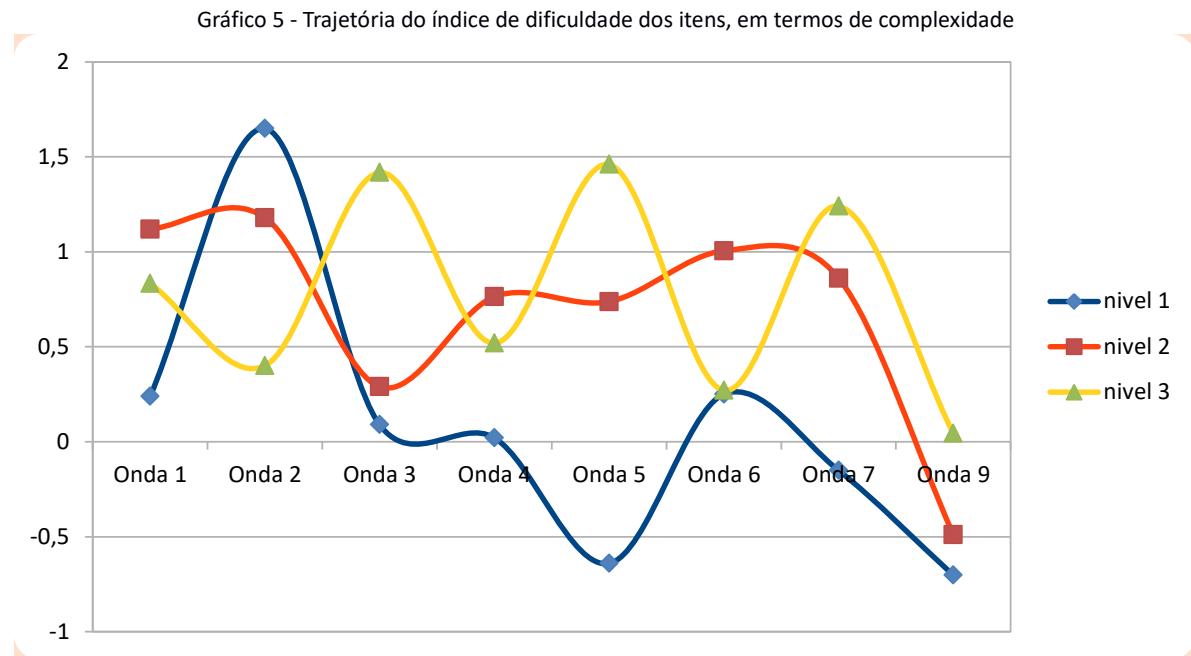
One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Onda 1	Onda 2	Onda 3	Onda 4	Onda 5	Onda 6	Onda 7	Onda 9
N		21	18	21	20	35	32	34	29
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	,618286	1,024333	,642952	,492200	,613743	,541406	,202500	-,382793
	Std. Deviation	1,1930802	1,2275101	1,1239673	1,7778152	1,3506579	1,3493404	1,1910987	1,0814757
Most Extreme Differences	Absolute	,114	,133	,152	,159	,075	,131	,098	,255
	Positive	,102	,079	,152	,089	,075	,131	,072	,255
	Negative	-,114	-,133	-,113	-,159	-,073	-,077	-,098	-,119
Kolmogorov-Smirnov Z		,521	,566	,699	,709	,446	,743	,571	1,376
Asymp. Sig. (2-tailed)		,949	,906	,713	,696	,988	,639	,900	,045

Fonte: dados da pesquisa

Como método de comparação, traçamos a trajetória média de aprendizagem, baseada na média das medidas de dificuldade dos itens em cada onda, em cada um dos três níveis de complexidade. O Gráfico 5 representa os índices de dificuldade dos itens em cada nível de complexidade no decorrer das ondas de medida. A linha azul representa o nível menos complexo (complexidade nível 1), a linha vermelha representa o nível de complexidade

intermediário (complexidade nível 2), e a linha amarela representa o nível mais complexo (complexidade nível 3).



De acordo com o Gráfico 5, todos os níveis parecem ter um ganho, pois à medida que o índice de dificuldade do item diminui, há evidências de que houve aprendizagem por parte dos alunos. Podemos observar que o nível de complexidade 1 ficou mais fácil para os alunos; o nível de complexidade 2, teve uma trajetória mais ou menos estável, sem muitos ganhos; e, o nível de complexidade 3, teve um comportamento bastante oscilante, de qualquer forma esperado para questões com maior complexidade, e também teve um ganho menor.

Podemos concluir, que de acordo com a trajetória dos índices de dificuldade em termos de níveis de complexidade, os alunos aprendem mais no nível menos complexo (linha azul, nível 1 de complexidade). Para os níveis mais altos de complexidade (linha amarela, nível 3 de complexidade), eles acabam não aprendendo tanto, pois a linha não foi tão descendente. Para o nível intermediário de complexidade (linha vermelha, nível 2 de complexidade), a trajetória é mais ou menos estável, entre as ondas 4 e 7, tendo um

decréscimo bruto somente na onda 7; entretanto este decrescimo ocorreu com todos os níveis de complexidade.

7.2.2. DIMENSÃO DE CONTEÚDO

Nosso objetivo é verificar a evolução da aprendizagem dos alunos em termos de conteúdos aprendidos. Iremos analisar quais os conteúdos foram mais aprendidos e em quais conteúdos os alunos tiveram mais dificuldade, no decorrer do ano letivo. Nossos dados são os índices de dificuldade dos itens nas dimensões CM, EP e HB, no decorrer das ondas de medidas, e os mapas de itens, que mostram os índices de dificuldade dos itens e as proficiências das pessoas numa mesma escala de *logits*.

A fim de testar a homogeneidade da variância para os índices de dificuldade de cada conteúdo, em cada onda de medida, fizemos o teste de Levene. Este teste mostrou a falta de homogeneidade de variância entre os grupos de conteúdo. Isto significa que não poderíamos realizar testes paramétricos, portanto, o teste ANOVA não pôde ser aplicado. Os resultados dos testes de Levene, assim como os gráficos de histograma do índice de dificuldade, para todas as ondas, estão no apêndice 7.

Diante da impossibilidade de realização do teste ANOVA, aplicamos o teste de Kruskal-Wallis (Tabela 26). O resultado deu significativo em quase todas as ondas ($p < 0,05$), o que indica diferenças entre as médias.

Tabela 26 - Teste de Kruskal-wallis

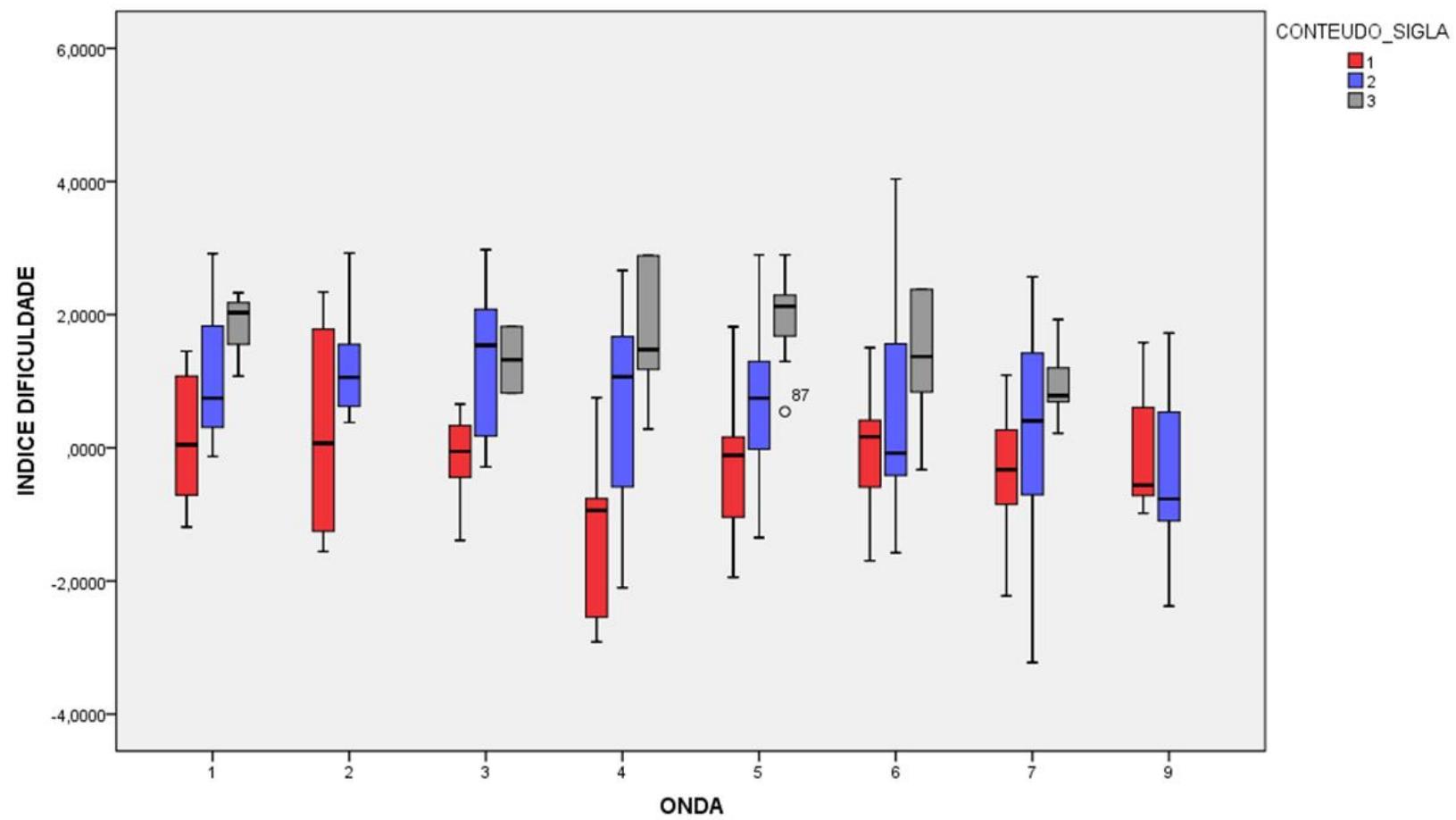
Onda	qui-quadrado	grau de liberdade	p
1	6,630	2	,036
2	1,520	1	,218
3	7,092	2	,029
4	7,549	2	,023
5	16,508	2	,000
6	4,539	2	,103
7	6,960	2	,031
9	2,303	1	,129

Fonte: dados da pesquisa

No Gráfico 6, temos as médias dos índices de dificuldade dos itens para as dimensões de CM, EP e HB. A dimensão CM está representada pela cor vermelha (1); a dimensão EP está representada pela cor azul (2); e, a dimensão HB está representada pela cor cinza (3). De acordo com os resultados expostos no gráfico, os alunos têm menos dificuldade em itens com conteúdo de CM em quase todas as ondas. Em segundo lugar em nível de facilidade para os alunos, vem os itens de EP. Os itens considerados mais difíceis são os híbridos (HB), que são questões nas quais é necessário implementar um algoritmo, para resolver um problema matemático.

Desta forma, vimos que apesar dos itens envolvendo conhecimento matemático puro (CM) terem sido considerados mais fáceis pelos alunos, os mesmos problemas, ao serem levados para a área de implementação de algoritmos, se tornam bem mais difíceis. Este resultado corrobora com os resultados obtidos Amantes (2009) ao investigar como o conhecimento tecnológico e científico são utilizados para resolução de problemas. No nosso caso, não há transferência direta do conhecimento de uma área para outra com o intuito de desenvolver algoritmos, mas sim uma construção de um novo conhecimento a partir das especificidades dos dois domínios (FENSHAM, 1994).

Gráfico 6 - Medianas na dimensão específica de conteúdo



7.3. DESEMPENHO SEGUNDO OS ITENS

Com o objetivo de fazer uma análise dos conteúdos mais aprendidos pelos alunos e dos conteúdos em que eles apresentam maior dificuldade, tanto a nível das dimensões gerais (CM, EP e HB) quanto a nível dos conteúdos específicos, constantes no nosso sistema categórico (micro conteúdos de EP, CM e HB), realizamos uma interpretação qualitativa dos mapas de itens, no qual o índice de dificuldade dos itens e a proficiência dos alunos são mensurados em uma mesma escala *logit*.

O objetivo do mapa de itens é fornecer as estimativas de proficiência dos sujeitos que foram submetidos aos testes de conhecimento, assim como o nível de dificuldade dos itens contidos nestes testes. Os mapas de itens de todas as ondas foram gerados através do programa WINSTEPS (LINACRE; WRIGTH, 2000).

O mapa de itens também nos permite verificar a evolução da proficiência dos alunos no decorrer do ano letivo, através da relação entre o aumento da proficiência e diminuição do nível de dificuldade dos itens, em seus macro e micro conteúdos. Com relação aos conteúdos dos itens, poderemos observar a evolução dos alunos nos itens que envolvem diferentes conteúdos e diferentes níveis de complexidade através das mudanças de suas posições nos diferentes mapas.

Da Figura 45 à Figura 58 estão representados os mapas de itens (a nível de macro e micro conteúdos) das ondas 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 9. As ondas 1 e 8 foram excluídas do processo de análise quantitativa por não terem convergido e por não terem quantidade significativa de alunos respondentes. O primeiro mapa de cada onda representa os macro conteúdos CM, EP e HB. Já o segundo mapa representa os micro conteúdos, ou seja, a rubrica completa dos conteúdos. (ex: Figura 45 e Figura 46)

Ao lado esquerdo de cada gráfico, estão as estimativas dos parâmetros de proficiência dos alunos que responderam aos testes de conhecimento (habilidade em conteúdos de matemática, lógica de programação e conteúdos híbridos). As estimativas dos itens (índice de dificuldade dos itens) estão representadas ao lado direito de cada gráfico. Quanto mais próximo ao nível inferior do gráfico, menor o índice de dificuldade dos itens e menor a proficiência dos alunos. Da mesma forma, os itens que se localizam na parte superior têm maior índice de dificuldade, assim como os alunos cujas proficiências estão localizadas na parte superior dos gráficos, são os que apresentam maior proficiência com relação aos itens dos instrumentos aos quais foram submetidos. A marca M no gráfico, contém uma informação importante, pois representa o valor médio da dificuldade dos itens e da proficiência dos estudantes. Portanto, quanto mais afastadas as médias , maior a distância entre a média do índice de dificuldade dos itens e a média do nível de proficiência dos estudantes.

Médias muito distantes significa ou que os itens estão muito difíceis para os estudantes, ou muito fáceis. Nenhuma das situações é a ideal. Se os testes fossem muitos fáceis e os alunos acertassem todas as questões, a nossa régua não conseguiria medir uma gama extensa de proficiência por causa da inexistência de itens que pudessem mensurá-la. A situação oposta também leva à mesma situação. Ou seja, não seria possível mensurar a real proficiência dos alunos pelo mesmo motivo, a inexistência de itens compatíveis a todos os níveis de proficiência.

Figura 45 - Mapa de Itens com Macro Conteúdos na Onda 02

PERSON - MAP - ITEM
<more>|<rare>

2 + EP

XX | EP

T | CM

X | S

1 + CM

XXX | EP EP

XX | EP

S | EP

0 XXXX +M EP

XXXXXX | EP

XXX | EP EP

XXX | EP EP

XXXXXX | M+ CM

XXXXXXXXXX | S

XXXXXXXXXX |

-2 XXXXXXXX + S

XXXXXXXXXX | T CM

XXXXXXXXXX | CM

-3 +

XX | T

-4 X +

<less>|<frequ>

Fonte: dados da pesquisa

Figura 46 - Mapa de Itens com Conteúdos Completos na Onda 02

PERSON - MAP - ITEM
<more>|<rare>

2 + EPMBIII

XX | EPMBI EPCLII

T | CMPEIII

X | S

1 + CMMOIII

XXX | EPEDIV_N2 EPEDIV_N3

XX | EPEDIV_N1

S | EPEDIV_N1

0 XXXX +M EPCLIIIB

XXXXXX | EPEDI

XXX | EPLCIII_A EPMBII

XXX | EPCLIV_N2

XXX | EPCLIV_N1 EPEDIII

XXXXXX | M+ CMMOII

XXXXXXXXXX | S

XXXXXXXXXX |

-2 XXXXXXXX + S

XXXXXXXXXX | T CMMOI

XXXXXXXXXX | CMPEI

-3 +

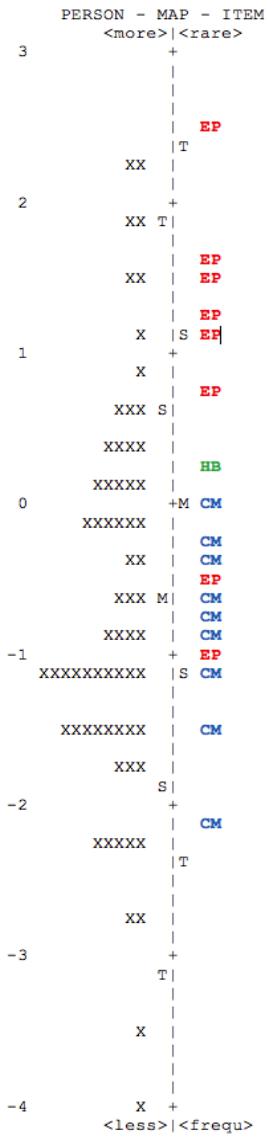
XX | T

-4 X +

<less>|<frequ>

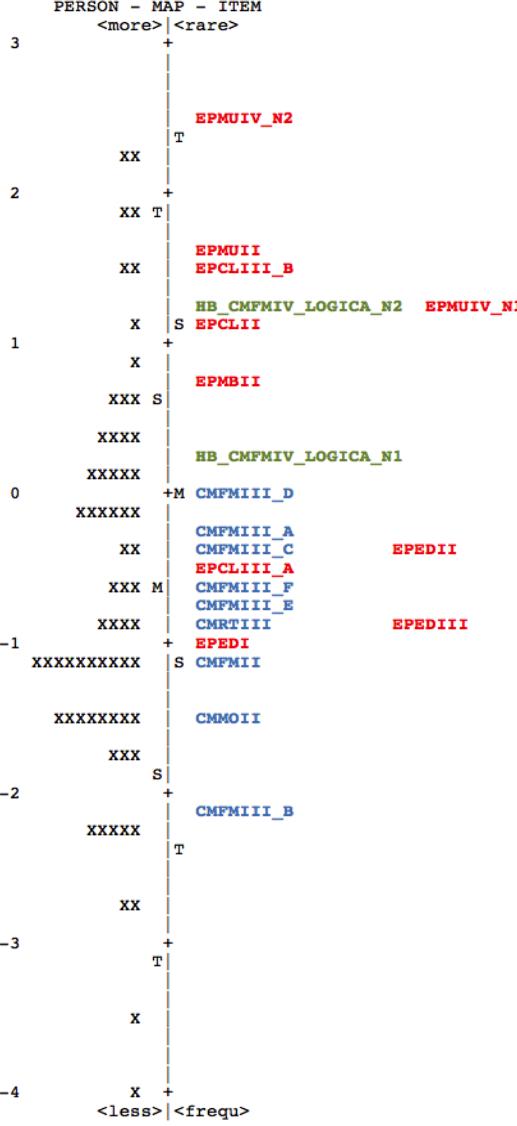
Fonte: dados da pesquisa

Figura 47 - Mapa de Itens com Macro Conteúdos na Onda 03



Fonte: dados da pesquisa

Figura 48 - Mapa de Itens com Conteúdos Completos na Onda 03



Fonte: dados da pesquisa

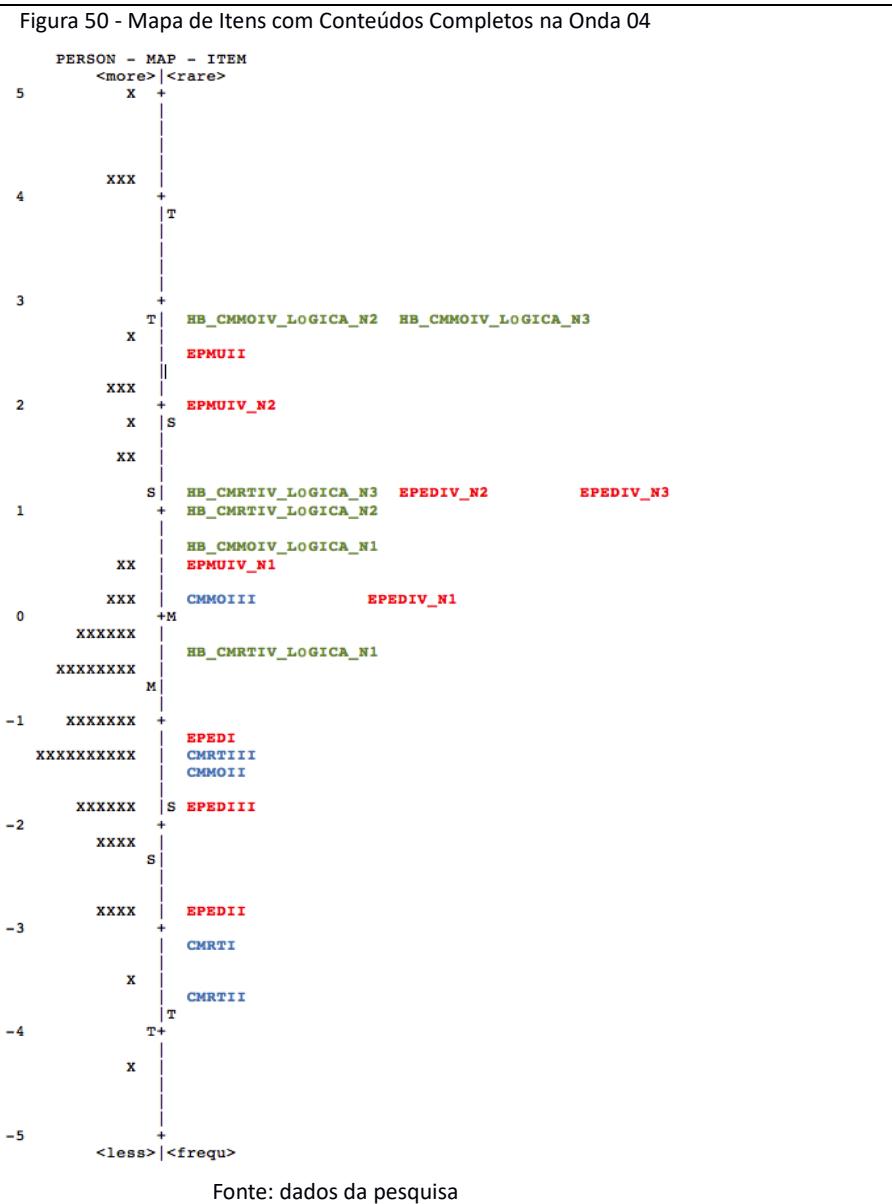
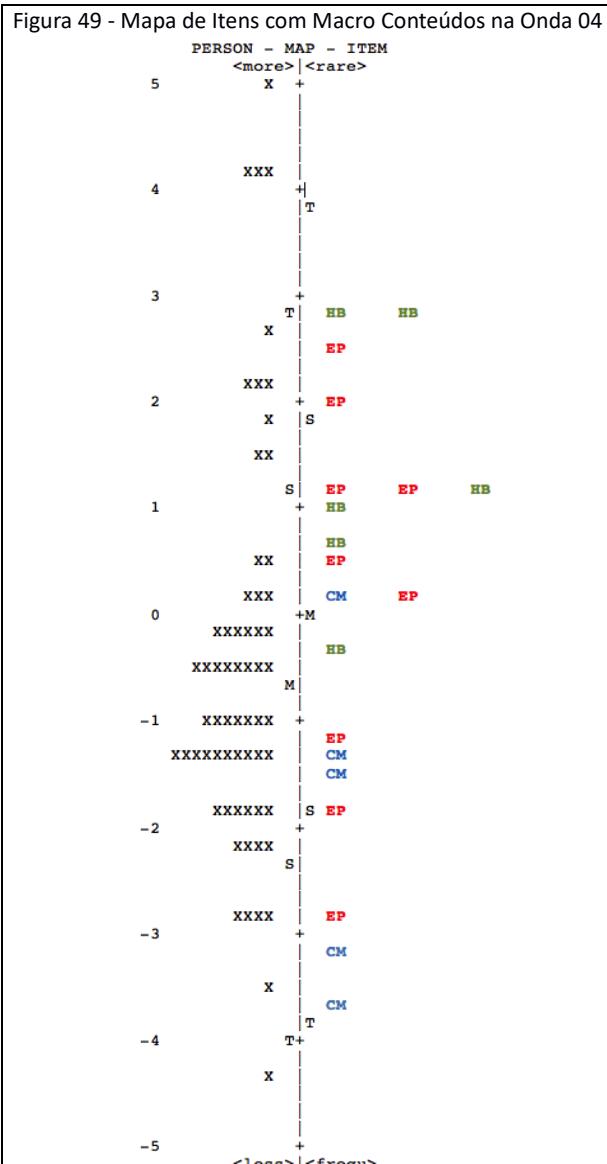
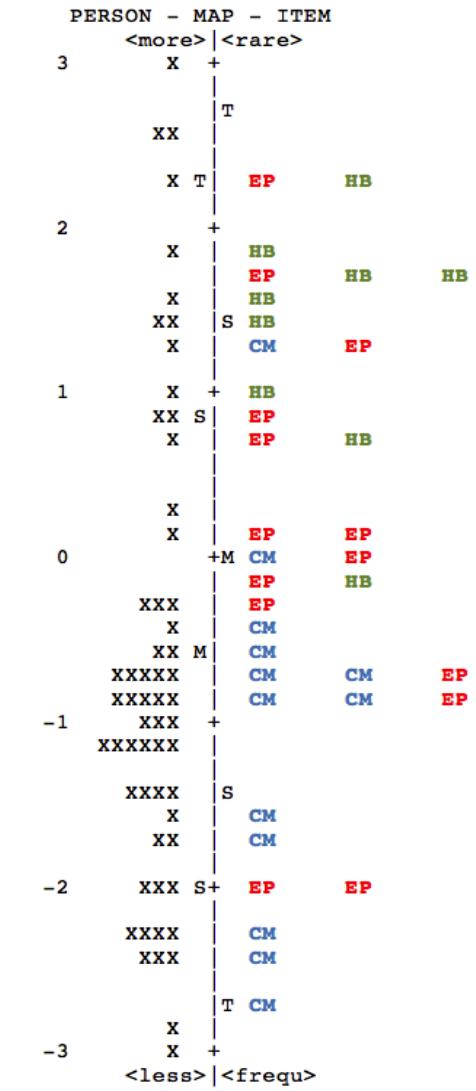
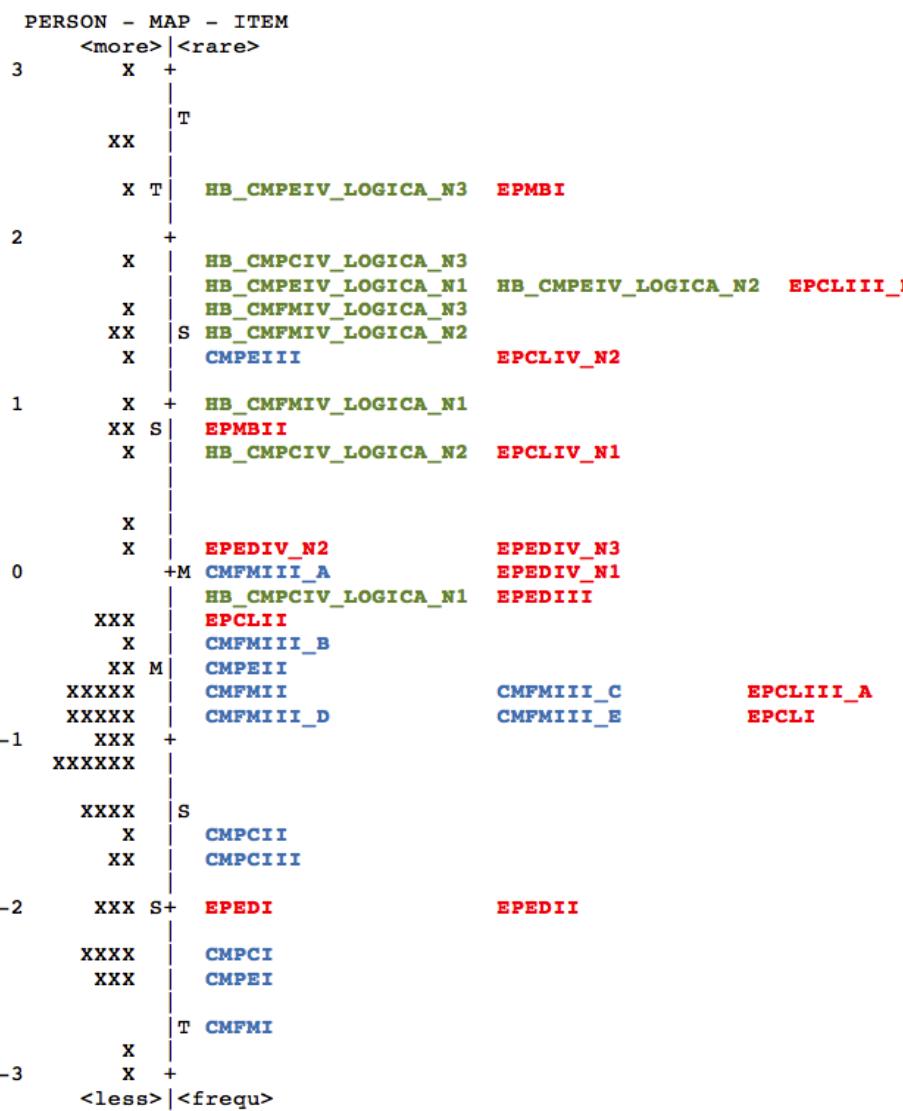


Figura 51 - Mapa de Itens com Macro Conteúdos na Onda 05



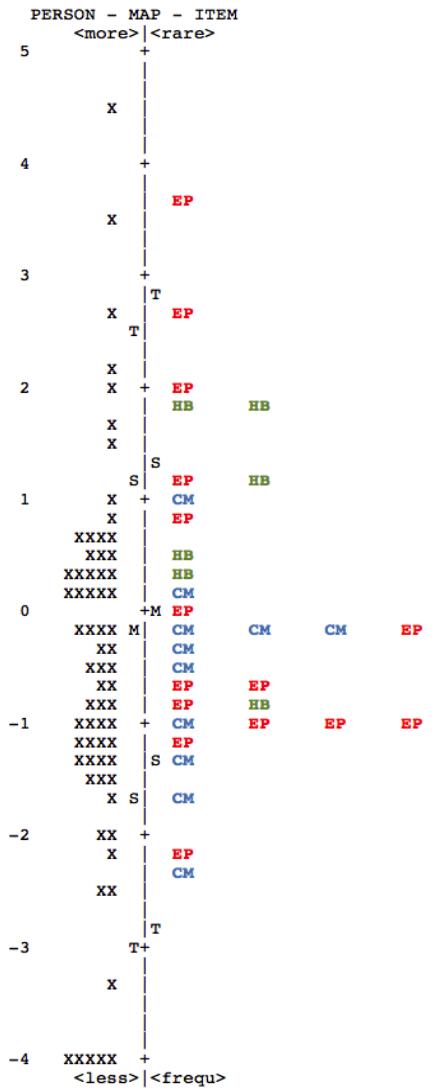
Fonte: dados da pesquisa

Figura 52 - Mapa de Itens com Conteúdos Completos na Onda 05



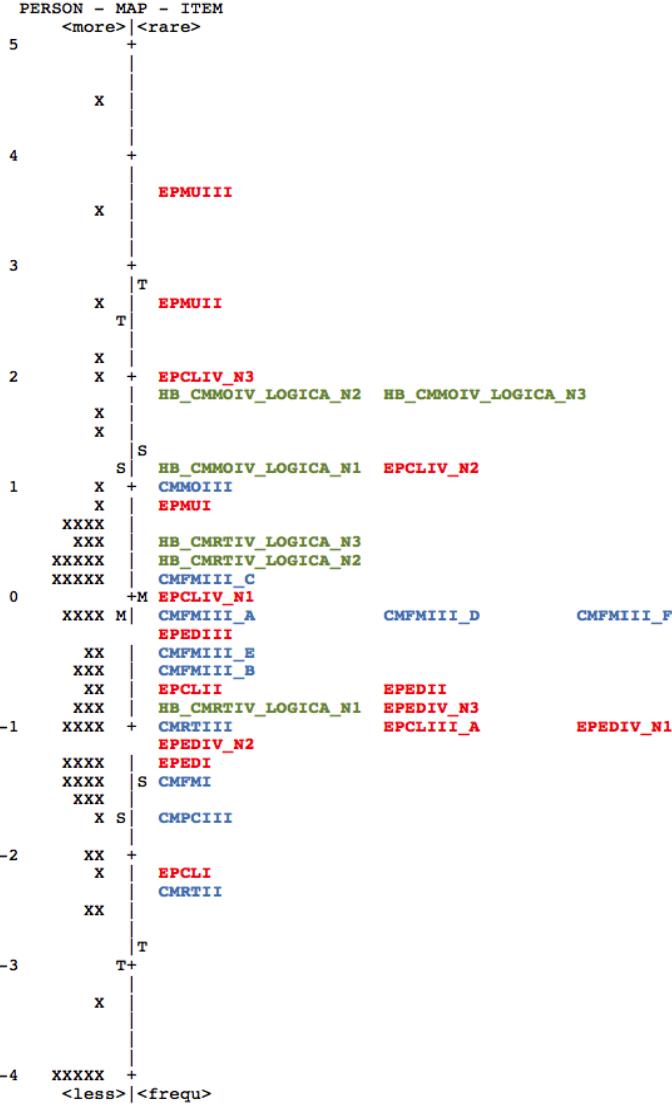
Fonte: dados da pesquisa

Figura 53 - Mapa de Itens com Macro Conteúdos na Onda 06



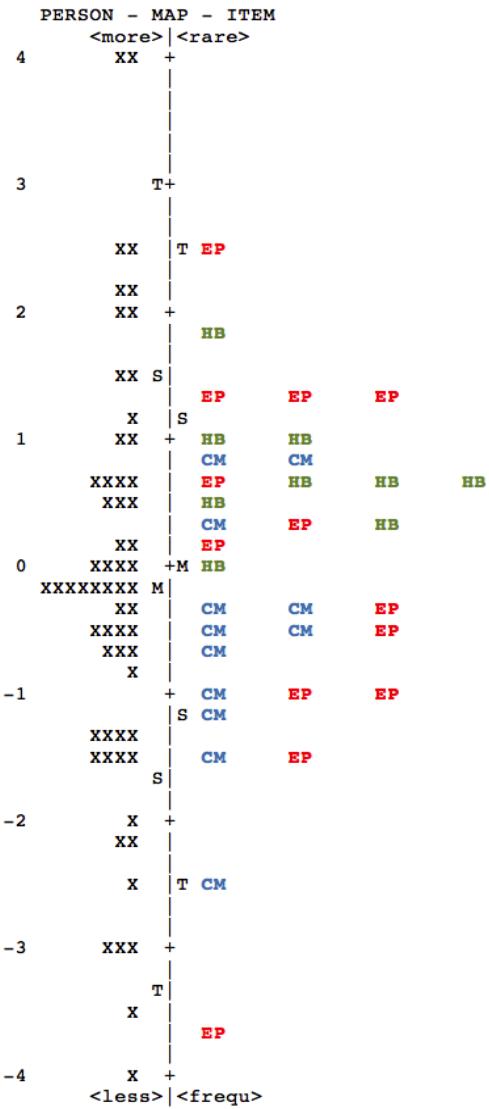
Fonte: dados da pesquisa

Figura 54 - Mapa de Itens com Conteúdos Completos na Onda 06



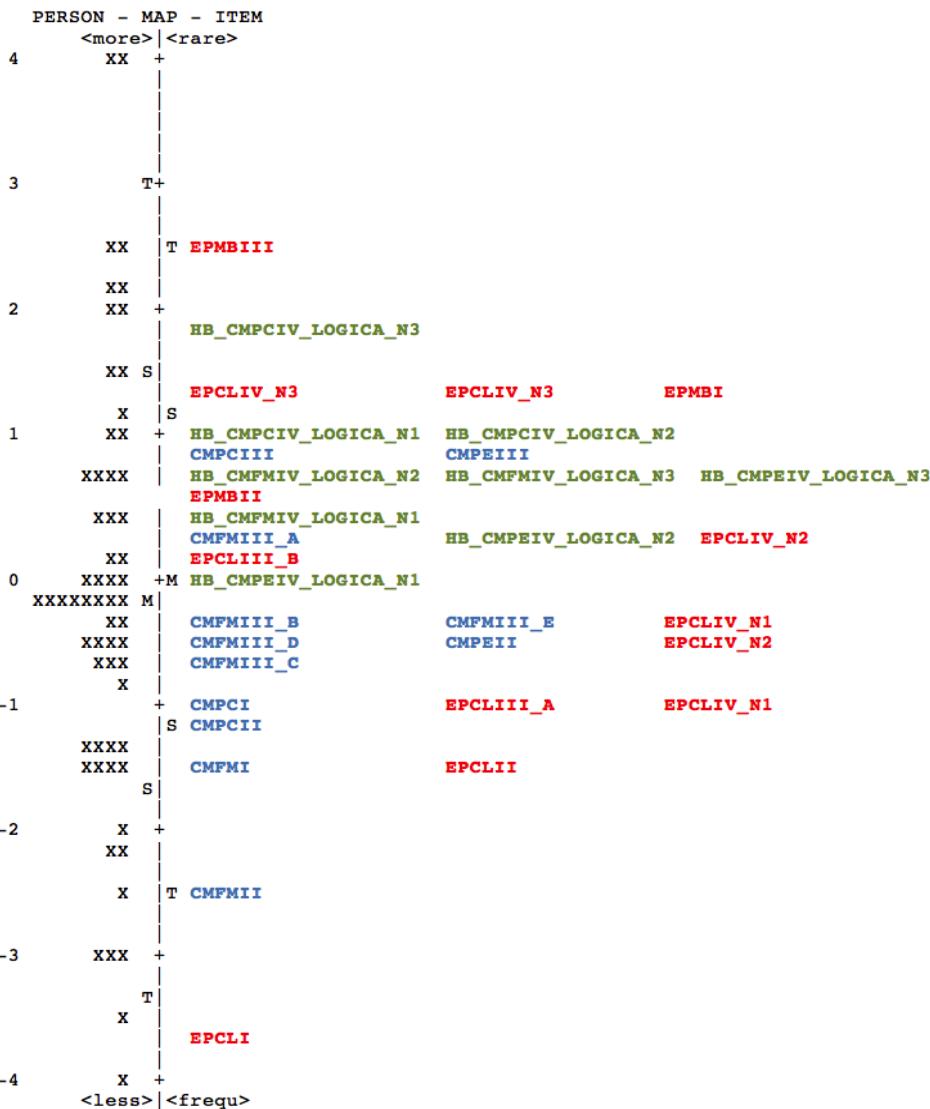
Fonte: dados da pesquisa

Figura 55 - Mapa de Itens com Macro Conteúdos na Onda 07



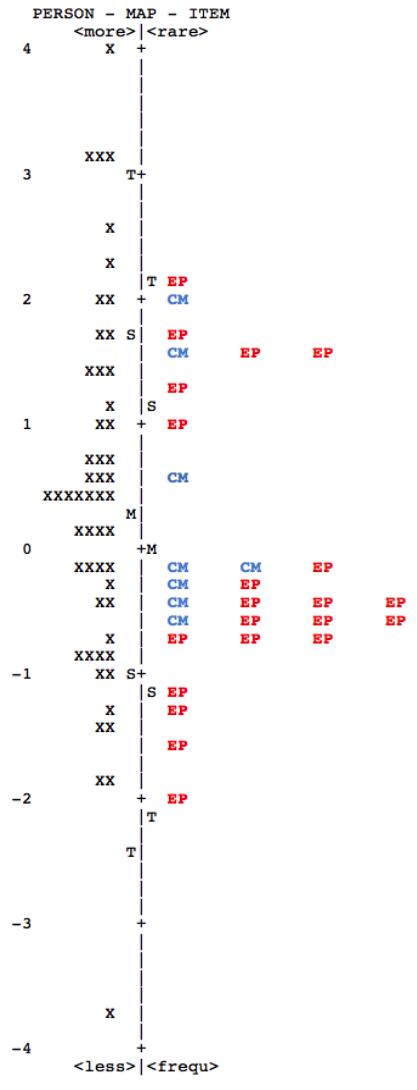
Fonte: dados da pesquisa

Figura 56 - Mapa de Itens com Conteúdos Completos na Onda 07



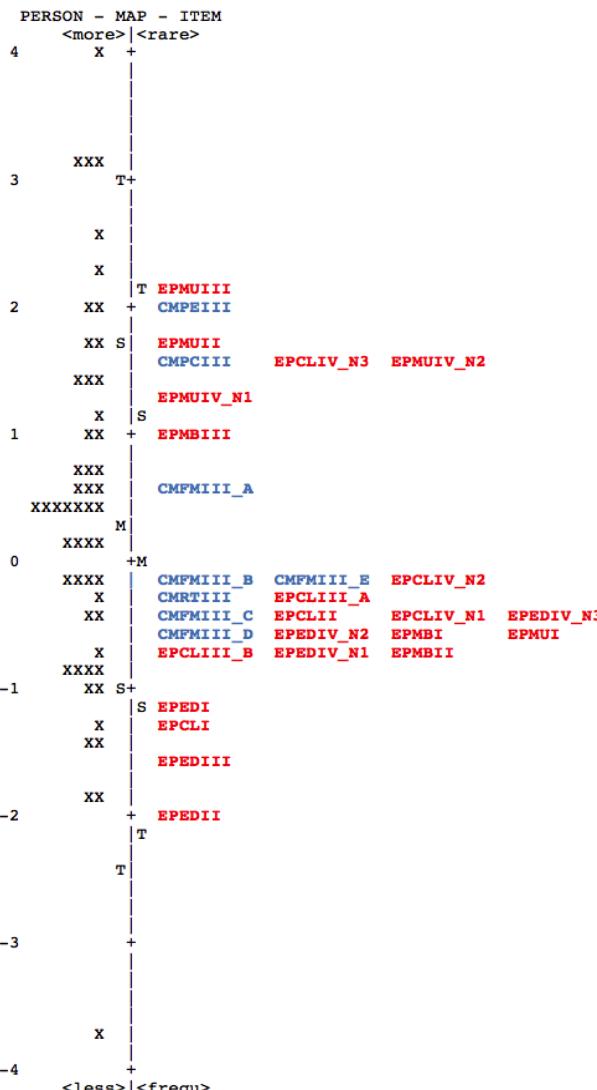
Fonte: dados da pesquisa

Figura 57 - Mapa de Itens com Macro Conteúdos na Onda 09



Fonte: dados da pesquisa

Figura 58 - Mapa de Itens com Conteúdos Completos na Onda 09



Fonte: dados da pesquisa

Na onda 02, representada pelas Figura 45 e Figura 46, podemos observar que o nível de proficiência dos alunos está abaixo do índice de dificuldade dos itens, o que significa que os itens estão muito difíceis para a atual proficiência dos alunos, no início do ano letivo. Pode-se observar que a distância entre as médias (M -itens e M -proficiência) no gráfico é relativamente grande, justamente porque a média de dificuldade dos itens é maior do que a média de proficiência dos alunos. Além disto, podemos ver que os itens com conteúdo de estrutura de programação, representados pela cor vermelha em todos os mapas, apresentam níveis de dificuldade maior do que os itens de conhecimento matemático, representados pela cor azul. Nesta onda ainda não temos itens de conteúdo híbrido, em que o aluno tem que transpor um problema matemático em um algoritmo. Estes itens híbridos são compostos pelos itens com conteúdo de conhecimento matemático de nível IV na hierarquia de complexidade do nosso sistema categórico, representados pela cor verde nos mapas.

Ainda na onda 02, no que se refere aos conteúdos de estruturas de programação, podemos perceber que os itens com conteúdo de matrizes bidimensionais (assunto ensinado na quarta unidade), de cor vermelha, possuem índices mais elevados de dificuldade. Com índices mais baixos de dificuldade estão os itens que possuem laço e estrutura de decisão como conteúdo, também de cor vermelha. Com relação aos itens de conhecimento matemático (cor azul), os itens com conteúdo de percentuais e conversão de moedas nível I, possuem os menores índices de dificuldade. Nestes itens, são exigidas as habilidades de reconhecimento de uma operação envolvendo percentuais ou de uma conversão de moedas, respectivamente. Já os itens com estes mesmos conteúdos, no nível de complexidade III do nosso sistema categórico, apresentam os maiores índices de dificuldade. Neste nível de complexidade (nível III do nosso sistema

categórico), os alunos teriam reconhecer, explicar e resolver operações envolvendo percentuais e conversão de moedas, respectivamente.

Na onda 03, representada pelas Figura 47 e Figura 48, podemos perceber uma ligeira aproximação da média da medida da proficiência das pessoas e da média dos índices de dificuldade dos itens (aproximação dos M's), o que significa, em termos de aprendizagem geral, que os itens ficaram ligeiramente mais fáceis para os alunos. Os itens com conteúdo de conhecimento matemático continuam tendo índice de dificuldade menor do que os itens com conteúdo de estruturas de programação. Já os itens de conteúdo híbrido, cor verde, que são os que exigem que se transponha um problema matemático em linguagem de programação (itens de conteúdo matemático no nível IV no nosso sistema categórico), apresentam maior índice de dificuldade que os itens de conhecimento matemático nos níveis II e III (os de nível I não estão presentes nesta onda).

Ainda na onda 03, com relação aos micro conteúdos de estrutura de programação, itens com conteúdo de estrutura de decisão e laço apresentam menor índice de dificuldade do que itens com conteúdo de matrizes unidimensionais. Como estrutura de decisão é o primeiro assunto de lógica de programação no ano letivo, e tem nível de complexidade menor do que os outros (laço, matrizes unidimensionais e bidimensionais), interpretamos que os alunos acabam aprendendo mais, pois têm contato com o conteúdo desde o início do ano letivo e ao longo dele também.

Na onda 04, representada pelas Figura 49 e Figura 50, o mesmo padrão se repete. Os itens com conteúdo de conhecimento matemático se concentram nas posições de menor índice de dificuldade, em geral, e, os itens com conteúdo de estrutura de programação e conteúdo híbrido apresentam maior índice de dificuldade. Também foi percebida uma ligeira aproximação da média da medida da proficiência das pessoas e da média dos

índices de dificuldade dos itens (aproximação dos M's), assim como na onda anterior, indicando que os itens ficaram ligeiramente mais fáceis. Os itens de estrutura de decisão apresentaram os menores índices de dificuldade dentre os itens do macro conteúdo de estruturas de programação. Este fato corrobora com a nossa hipótese inicial e resultados anteriores, de que tanto este conteúdo é menos complexo, quanto que como ele é estudado no início do ano letivo, os alunos acabam tendo contato com este conteúdo o ano inteiro e aprendendo mais. Para resolver questões com os mais diversos conteúdos de estruturas de programação e conhecimento matemático, alguns problemas requerem que os estudantes apliquem estruturas de decisão nos algoritmos. Quanto ao nível hierárquico e ao índice de dificuldade dos itens de estrutura de programação com conteúdo de estrutura de decisão, os itens com nível IV no nosso sistema categórico apresentam maior índice de dificuldade. É justamente neste nível que há a transposição do problema para a linguagem de programação. Os itens com conteúdo de matrizes unidimensionais (EPMU) continuam tendo índice de dificuldade maior, e os itens híbridos (nesta onda aparecem regra de 3 e conversão de moedas) também apresentam os mais altos índices de dificuldade.

Na onda 05, representada pelas Figura 51 e Figura 52, temos uma quantidade maior de itens com conteúdo híbrido, e eles apresentam os mais altos índices de dificuldade. Como podemos observar, os itens com conteúdo híbrido vem apresentando índices de dificuldade maiores até do que os itens com conteúdo de estrutura de programação. Este fato leva a crer que os alunos sentem mais dificuldade ainda quando além de ter que criar um algoritmo envolvendo estruturas de programação, têm que resolver um problema matemático e transpor para linguagem algorítmica. Esse resultado vai ao encontro de resultados de análises anteriores. O único item com conteúdo de estrutura de programação (sem conhecimento matemático – não híbrido) que teve índice de

dificuldade maior do que os itens com conteúdo híbrido, foi o de matrizes bidimensionais, ainda que no nível I do nosso sistema categórico. Este conteúdo, de matrizes bidimensionais, é assunto da última unidade. Além de ser mais complexo, exigindo que os alunos tenham conhecimento de laço e de matrizes unidimensionais, ainda é menos praticado pelos alunos, por ser o último. No entanto, é preciso informar que os alunos novatos ainda não tinham estudado esse assunto.

Ainda na onda 05, quanto aos itens de estrutura de programação, os mais fáceis continuam sendo os de conteúdo de estrutura de decisão, seguidos dos itens com conteúdo de laço. Os itens de níveis menos complexos no nosso sistema categórico também apresentaram índices de dificuldade menores do que os itens mais complexos. Já com relação aos itens de conhecimento matemático, os itens com conteúdo de padrão de comportamento, nos níveis I e II do sistema, apresentaram menores índices de dificuldade. Já os itens com conteúdo de fórmula matemática e percentuais ficaram distribuídos entre pequenos e médios índices de dificuldade, sendo que os itens com menor complexidade apresentaram menores índices de dificuldade, e os itens com maior complexidade no nosso sistema categórico, apresentaram maiores índices de dificuldade.

A esta altura, a média de proficiência dos alunos não se encontra mais tão distante da média do índice de dificuldade dos itens. Alguns itens, no entanto, são realmente mais difíceis, e poucos alunos apresentam proficiência suficiente para acertá-los.

Na onda 06, representada pelas Figura 53 e Figura 54, a média da proficiência dos alunos está bem próxima da média da dificuldade dos itens. Podemos considerar este resultado como indicativo de que os alunos aprenderam o conteúdo, porque os itens ficaram mais fáceis. Nesta onda, os itens com conteúdo de estrutura de programação e

conhecimento matemático não estão tão separados quanto ao índice de dificuldade como nas ondas anteriores. Verificamos também uma diminuição do nível de complexidade destes itens (EP e CM). Os itens de conteúdo híbrido ainda conservam, em sua maioria, índices de dificuldade mais elevados. Este fato corrobora com nossa hipótese descrita acima, de que itens nos quais é necessário resolver um problema matemático e transpô-lo em forma algorítmica, acabam se tornando mais difíceis. Nesta onda, tivemos itens de conteúdo de estruturas de decisão, laço e matrizes unidimensionais, no que se refere aos itens de estrutura de programação. Como sempre, os itens de estrutura de decisão e laço apresentaram menores índices de dificuldade, assim como os itens com conteúdo de matrizes unidimensionais apresentaram maiores índices de dificuldade.

Ainda na onda 06, com relação aos itens com conteúdo de conhecimento matemático, basicamente seguiram o padrão de hierarquia do nosso sistema categórico. O item com maior índice de dificuldade foi o que tem conteúdo de conversão de moedas no nível III do nosso sistema categórico. É também importante observar os itens com conteúdo de fórmula matemática no nível III tem índice de dificuldade próximo à média de proficiência dos alunos.

Na onda 07, representada pelas Figura 55 e Figura 56, as médias de proficiência dos alunos continuam próximas das médias dos índices de dificuldade dos itens, assim como ocorreu na onda anterior. Também, da mesma forma como vinha ocorrendo em ondas anteriores, os itens com conteúdo híbrido tiveram índices de dificuldade superiores. Nesta onda, há itens com conteúdos de estruturas de programação com índices de dificuldades baixos, médios e altos. Neste instrumento, temos o conteúdo de laço e o de matrizes bidimensionais no escopo dos itens de estruturas de programação. Os itens com conteúdo de matrizes bidimensionais, como sempre, apresentam um alto índice de

dificuldade. Já os índices com conteúdo de laço, estão esparsos na escala, sendo que os itens com nível IV na escala hierárquica do nosso sistema categórico, especificamente os com rubrica N3 apresentam os mais altos índices de dificuldade.

Para melhor esclarecer este fato, ressaltamos que os itens do nível hierárquico IV são divididos em 3 níveis: N1, N2 e N3. O nível N1 consiste em reconhecer e identificar as variáveis de entrada, processamento e saída do programa, ou seja, se o aluno só conseguiu identificar e declarar corretamente as variáveis de entrada, processamento e saída, ele só acerta o item da rubrica de nível N1 da questão de nível hierárquico IV do nosso sistema categórico. O nível N2 significa que o aluno entendeu o problema, ou seja, se conseguirmos ver uma fórmula ou um esboço do seu entendimento, o aluno acerta os itens N1 e N2. E finalmente o nível N3 significa que ele conseguiu transpor o problema para a linguagem algorítmica, com todas as suas nuances. Se o aluno chega a este ponto, ele acerta os itens de nível N1, N2 e N3, pois trata-se de uma escala Guttman, de crédito parcial. Enfim, os itens que envolvem o conceito de laço, nível hierárquico IV do nosso sistema categórico, também tem sua ordem de dificuldade alinhada com os níveis de complexidade das rubricas N1, N2 e N3. Dessa forma, nossos resultados apontam que, para o nível hierárquico IV no conteúdo de laço, os itens de nível N1 e N2 tiveram médias de índice de dificuldade inferiores às médias de proficiência dos alunos, enquanto os itens de nível N3 tiveram médias de índice de dificuldade superiores às médias de proficiência dos alunos.

Os itens de conteúdo híbrido, na onda 07, que também são do nível hierárquico IV do nosso sistema categórico, e consequentemente divididos nas rubricas N1, N2 e N3, também apresentam a ordem dos índices de dificuldade condizente com a ordem do nível de complexidade destas rubricas. Isso significa que este resultado corrobora com nossa hipótese de que os alunos têm dificuldade de transpor um problema matemático

em algoritmo, pois, ainda que eles reconheçam as variáveis ou consigam resolver o problema matemático, a transformação deste problema em algoritmo ainda continua sendo um passo em que os itens têm média de índice de dificuldade superior à média de proficiência dos alunos.

Ainda na onda 07, os itens com conteúdo de conhecimento matemático estão distribuídos ao longo da escala com baixos e médios índices de dificuldade. Nesta onda, fazem parte do escopo dos itens de conhecimento matemático os conteúdos de fórmula matemática, padrão de comportamento e percentuais. Em geral, os itens de nível hierárquico de complexidade I e II, no nosso sistema categórico, estão abaixo dos itens de nível hierárquico III, em relação ao índice de dificuldade. Vale lembrar que itens de conhecimento matemático não têm questões de nível hierárquico IV, pois estas são as questões híbridas. Os itens com conteúdo de fórmula matemática, no nível III, tiveram em geral, índices de dificuldade menores do que os itens com conteúdo de padrão de comportamento e percentuais, também no nível III do nosso sistema categórico. Uma explicação para isto é que com relação aos padrões de comportamento, os alunos teriam que descobrir as fórmulas dos padrões, o que corresponde a uma habilidade mais difícil e não tem acerto ao acaso, como no caso dos itens de fórmula matemática (escolha de a, b, c, d ou e).

Finalmente, a onda 09 representada pelas Figura 57 e Figura 58, é a última onda da nossa pesquisa. Esta onda tem uma característica peculiar, pois é mais carregada em itens de conteúdo de estruturas de programação. Tivemos a necessidade de colocar os quatro micro conteúdos de estruturas de programação (estrutura de decisão, laço, matrizes unidimensionais e matrizes bidimensionais) para ter uma visão geral de como os alunos se encontram no final do ano letivo em relação a estes conteúdos.

Assim como ocorreu nas últimas ondas, as médias dos itens e pessoas foram próximas nesta onda 09, sinalizando que houve aprendizagem sobre o conteúdo em geral solicitado pelo teste. Como já foi dito, todos os conteúdos de estrutura de programação foram contemplados nesta última onda. Os itens com conteúdo de laço e principalmente de estrutura de decisão, tiveram suas médias de índice de dificuldade menores do que as médias dos índices de proficiências dos alunos. Isto quer dizer que estes itens se tornaram fáceis. Como já reportamos anteriormente, além do conteúdo estrutura de decisão ser menos complexo, por não ter que lidar com controle de indexação (assunto de mais alto nível de complexidade), ele é o primeiro a ser ensinado (1a unidade) e os alunos têm contato durante o resto do ano, pois problemas diversos necessitam da utilização de estruturas de decisão em suas soluções. O conhecimento de laço é importante para o conceito de matrizes unidimensionais e matrizes bidimensionais, mas ainda assim, sua implementação é mais simples do que a implementação destes dois conceitos subsequentes. Como esperado, os itens com conteúdo de matrizes unidimensional e bidimensional, no nível III e IV do nosso sistema categórico, tiveram índices de dificuldade maiores.

Ainda na onda 09, já com relação aos itens de conhecimento matemático (estavam presentes no nível III do nosso sistema categórico), eles tiveram índices de dificuldade equivalentes ou maiores do que os itens de estrutura de programação com conteúdo de laço e estrutura de decisão. Fizeram parte do escopo os mesmos conteúdos da onda 07: fórmula matemática, padrão de comportamento e percentuais. Da mesma forma, os itens com conteúdo de fórmula matemática tiveram índices de dificuldade menores que os conteúdos de padrão de comportamento e percentuais. Uma interpretação para esse fato é que como já dito anteriormente, no conteúdo de percentuais teve questão aberta e no conteúdo de padrão de comportamento foi dada

uma série para que os estudantes descobrissem a fórmula do padrão, enquanto no conteúdo de fórmula matemática os estudantes teriam que escolher a fórmula correta entre várias (a, b, c, d ou e). Com relação ao conteúdo de estruturas de decisão e laço, em estruturas de programação, foram os que se tornaram mais fáceis no decorrer do ano letivo.

De um modo geral, interpretamos que houve aprendizado durante o ano letivo, o que é evidenciado, na análise dos mapas, pela redução do índice de dificuldade dos itens. No entanto, alguns itens ficaram mais fáceis no decorrer das ondas de medida, enquanto outros permaneceram em patamares superiores da escala de *logits*.

A primeira conclusão que chegamos é que os níveis hierárquicos de complexidade do sistema categórico, definidos por nós e validado por pares, estavam de acordo com os índices de dificuldade dos itens, com mínimas exceções. Ou seja, os itens com nível I foram mais fáceis que os itens do nível II, que foram mais fáceis que os itens do nível III, e, por fim, os de nível IV foram os mais difíceis. A estrutura categórica definida teoricamente foi corroborada pela análise dos dados empíricos, o que pode ser usado em pesquisas futuras.

Verificamos que quanto mais tempo o aluno tem contato com um determinado conteúdo maior o seu aprendizado. Pudemos constatar este fato através da contínua diminuição dos índices de dificuldade dos itens que envolviam os conteúdos de estrutura de decisão e laço. Estes conteúdos foram ensinados no primeiro semestre do ano letivo, porém, os problemas das unidades subsequentes teriam que remeter também à estes conceitos para serem resolvidos. Assim, o uso constante e a dependência da implementação destes conceitos, fez com que eles fossem melhor aprendidos por parte dos alunos. Nesse sentido, itens com conteúdos mais complexos e que são ensinados somente no final do ano letivo acabam se tornando mais difíceis para os alunos. Itens

com conteúdo de matrizes unidimensionais e bidimensionais mantiveram seus índices de dificuldade elevados, até mesmo nas últimas ondas.

No entanto, é importante ressaltar que mesmo os itens com conteúdo de estruturas de decisão e laço, conteúdos a princípio menos difíceis de serem aprendidos, foram ficando mais fáceis no decorrer do ano letivo. Isto explica o fato de que mesmo sendo menos complexos, não se tratam de conteúdos de rápida aprendizagem e fácil aplicação por parte dos alunos. Podemos atribuir esta dificuldade ao fato de lógica de programação não se assemelhar a nenhuma disciplina previamente estudada e também à necessidade de construir algoritmos sem erros na linguagem de programação (escrita do programa/algoritmo) para que eles possam ser executados e gerarem resultados corretos para o que se propõem.

Quanto aos itens com conteúdo de conhecimento matemático, percebemos que os alunos apresentam mais dificuldade nos conteúdos de percentuais e padrão de comportamento, a partir do nível III do nosso sistema categórico (no qual é necessário reconhecer, explicar e resolver um padrão de comportamento ou percentuais), até mais do que em conteúdos de fórmulas matemáticas. Este fato também teve a influência do tipo de questão, como já mostrado anteriormente. Conversão de moedas também é um conteúdo em que os itens apresentaram altos índices de dificuldade (também a partir do nível III). Este resultado mostrou que os itens em que os alunos tinham que montar as fórmulas da conversão de moedas e de padrões de comportamento, foram mais difíceis do que as questões de múltipla escolha dos itens com conteúdo de fórmula matemática, pois não aceitavam acerto ao acaso. A passagem da fórmula para algoritmo também é direta, não envolve tanta abstração como o padrão de comportamento, que exige laço e consequentemente a indexação de elementos. Os conteúdos de conversão de moedas e padrão de comportamento também tiveram questões abertas a partir do nível III e

exigiam que o próprio aluno montasse a fórmula de conversão e a fórmula do padrão existente na sequência.

Outro importante resultado é que questões que envolvem a resolução de algum conceito matemático concomitantemente com estruturas de programação tornam os itens até mais difíceis do que itens com estruturas de programação isoladas (sem necessidade de resolver um conceito matemático). Pudemos observar este fato através das questões híbridas, que eram as questões de conhecimento matemático no nível IV do nosso sistema categórico, em que é preciso transpor uma solução de um problema matemático em um algoritmo. Estas questões, invariavelmente, mantiveram seus índices de dificuldade altos. Nesse sentido, devemos reconhecer que as estratégias utilizadas na disciplina devem ser pensadas em termos de facilitar essa transposição, que não é direta, como evidenciado em nossa pesquisa. Acreditamos que esse seja o principal obstáculo de aprendizagem encontrado como resultado em nossa análise, pois o conteúdo de estrutura de programação, representado nas questões híbridas, foram aqueles de maior dificuldade para os alunos.

7.4. SÍNTESE DOS RESULTADOS

Neste capítulo, realizamos a análise da aprendizagem dos alunos através da evolução do desempenho durante o ano letivo. Consideramos que houve aprendizagem pois houve aumento no nível de proficiência dos alunos e diminuição do índice de dificuldade dos itens. Analisamos o desempenho geral, sem divisão por dimensões de complexidade ou conteúdo, realizamos análises específicas dentro das dimensões de complexidade e conteúdo, e, também identificamos e analisamos os possíveis preditores que podem influenciar nesta evolução.

Concluímos que houve aprendizagem, mas, alguns conteúdos são mais facilmente aprendidos que outros, e itens com menor complexidade são mais aprendidos do que itens com maior complexidade. Identificamos também que os preditores de aprendizagem identificados nessa pesquisa foram a escola anterior e o gosto pela matemática, sendo que o primeiro só foi significativo nos primeiros momentos da disciplina.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa investigou a evolução das habilidades relacionadas ao conteúdo de conhecimento matemático e estruturas de programação, na disciplina de lógica de programação, em um curso Técnico em Informática, ao longo do ano letivo de 2014; assim como identificou os possíveis preditores que possam influenciar esta evolução.

Verificamos que durante o curso é demandada grande capacidade de abstração por parte dos alunos, mas as estratégias, materiais, cronograma de conteúdos e metodologias têm como foco inicial conteúdos que não exigem grandes níveis de abstração (introdução a algoritmos e estruturas de decisão). Do conteúdo de laço em diante, entretanto, o conteúdo se torna muito mais abstrato, o que provoca uma lacuna em relação aos raciocínios previamente estabelecidos gradualmente na disciplina. Isso acaba por resultar em níveis baixos de aprendizagem no que se refere a conteúdos que necessitam de transposição de um conhecimento para outra área, como no caso de laço e principalmente matrizes unidimensionais e matrizes bidimensionais, que demandam aplicação de conhecimentos matemáticos para construção de algoritmos. É nesse ponto que identificamos maior falha no processo de ensino dessa disciplina, pois não identificamos estratégias para facilitar essa transposição, evidenciada em nosso trabalho como ponto chave de obstáculo para aprendizagem.

Os alunos conseguiram aprender melhor o conteúdo de estrutura de decisão que, além de ser ensinado no início do curso, o que proporciona um maior contato durante todo o ano letivo, é bem intuitivo, e no dia-a-dia dos alunos podem ser identificadas várias situações nas quais é necessário o uso desse conteúdo de forma prática. No entanto, a partir do momento em que os alunos começam a estudar o assunto laço, que começa a exigir maior nível de abstração, seguido de matrizes unidimensionais e matrizes bidimensionais, que exigem mais ainda, o desempenho diminui.

Como implicação educacional, esse resultado nos chama atenção em especial para as estratégias de ensino da disciplina, bem como para o tipo de condução do conteúdo. Os problemas algorítmicos exigem que os alunos tenham o raciocínio de transposição do problema ou que eles tenham conhecimento suficiente em vários conteúdos matemáticos em que eles têm dificuldade, como foi levantado por Gomes e Mendes (2006), em que relacionaram as dificuldades dos alunos ao *background* em conhecimentos matemáticos. Outra dificuldade encontrada é a capacidade de resolver os problemas. Dividi-los seria uma solução, mas o processo também é dificultado pela falta de clareza do problema matemático e suas possíveis subdivisões, além da dificuldade da interpretação e divisão do problema propriamente dito. Nossa pesquisa pode contribuir na perspectiva de se ter uma abordagem com o foco inicial na melhor compreensão do problema matemático e suas possibilidades de transposição, visto que nem sempre um problema matemático pode ser resolvido/transposto da mesma forma. A compreensão do problema matemático e sua decomposição é uma etapa prévia e sem ela os alunos não conseguem atingir o nível IV do nosso sistema categórico, a transposição do problema em forma de algoritmo.

Com relação aos preditores que podem influenciar a aprendizagem dos alunos, verificamos que o preditor mais significativo foi o “*gosto pela matemática*”. Alunos que se auto declararam gostar muito de matemática obtiveram melhores médias. Do ponto de vista educacional isso nos leva a levantar a hipótese de que alunos que gostam de matemática acabam tendo um investimento cognitivo maior na disciplina de lógica e, por consequência acabam tendo melhor desempenho. Para estes alunos, a disciplina acaba se tornando menos difícil pois os conhecimentos prévios em matemática servem como apoio e ajudam na resolução dos problemas, mas é preciso investir em pesquisas com desenhos que capturem este enfoque.

O preditor “*escola anterior*” também influenciou a aprendizagem em um primeiro momento, pois, alunos oriundos de escola particulares tiveram médias maiores nas primeiras ondas. Nas ondas seguintes não houve diferença significativa, o que aponta para o efeito da socialização no processo de ensino e aprendizagem, uma vez que uma hipótese explicativa é a de que a lacuna inicial decorrente de instrução prévia (diferença de escolas) é superada no decorrer do processo, indicando um avanço daqueles com menos conhecimento prévio. Contudo, esse também é um pressuposto que deve ser investigado com maior profundidade em pesquisa futura, pois demanda um desenho de pesquisa com outro enfoque.

O “*sexo*” se apresentou como um preditor nas primeiras ondas, uma vez que os meninos tiveram maiores médias nas ondas 01, 02 e 03. Assim como o preditor de escola anterior a diferença de médias entre os sexos foi superada no decorrer do processo. Temos como hipótese de que a história egressa do aluno tem importância na disciplina, a exemplo de participação e interesse em atividades e jogos que requerem raciocínio lógico, mas não investigamos este preditor na nossa pesquisa. Também seria necessário investigar com mais profundidade este pressuposto, que poderia ser elemento de pesquisa de investigações posteriores, passando a fazer parte do desenho metodológico para que a captura das informações referentes a este pressuposto pudesse ser realizada.

Esse estudo possui limitações no que se refere à avaliação de alguns fatores, à análise contextual e à generalização para qualquer que seja o curso de lógica de programação. Toda a pesquisa foi realizada baseada no material didático dos professores da escola onde ocorreu a pesquisa. Apesar de ser um material que segue um padrão para cursos em lógica de programação, eventualmente podem haver algumas diferenças de materiais em outras instituições. A pesquisa foi realizada em um curso médio-técnico

com alunos entre 13 e 17 anos, em uma cidade localizada na região metropolitana; logo, não podemos fazer qualquer generalização para todos os cursos técnicos e superiores de TI, tendo em vista os diferentes perfis, histórias egressas e localidades do país. Contudo, acreditamos que nossos resultados possam apontar elementos relevantes a serem considerados em contextos semelhantes ao da pesquisa e, a partir deles, provocar reflexões e mudanças de estratégias de ensino.

Através da nossa pesquisa avaliamos que um investimento em estratégias que promovam a abstração, raciocínio lógico/matemático, interpretação e divisão de problemas matemáticos, e, na própria disciplina de matemática, no currículo dos alunos seria grande coadjuvante para a melhora deste quadro. Estas melhorias seriam muito importantes não somente na disciplina de lógica de programação, mas no desenvolvimento do aluno durante todo o curso, visto que a disciplina é pré-requisito para várias outras disciplinas. As dificuldades ou o sucesso do aluno na disciplina de lógica se estendem para todo o curso, ocasionando as desistências e evasões. Um investimento nestas estratégias aumentaria consideravelmente o número de formandos em tecnologia, contribuindo ainda para a geração de mão de obra qualificada e desenvolvimento do país.

9. REFERÊNCIAS

AMANTES, A. O entendimento de estudantes do Ensino Médio sobre Movimento Relativo e Sistema de Referência. Dissertação de Mestrado, UFMG, 2005, 183p.

AMANTES, A. Contextualização no Ensino de Física: Efeitos sobre a evolução do entendimento dos estudantes. Tese de Doutorado, UFMG, 2009, 275p.

AMANTES, A; COELHO, G. Como a abordagem de ensino influencia a aprendizagem de conteúdos Científicos e Tecnológicos. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. Vol. 13, n. 1, 2013

AMANTES, Amanda; OLIVEIRA, Elrismar A. G . A CONSTRUÇÃO E O USO DE SISTEMAS DE CATEGORIAS PARA AVALIAR O ENTENDIMENTO DOS ESTUDANTES. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (Online), v. 14, p. 61-79, 2012.

BIGGS, J.; COLLIS, K. Evaluating the quality of learning: the SOLO taxonomy. New York: Academic Press, 1982.

BLOOM, B. S. ; KRATHWOHL, D. R. Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I: Cognitive Domain. Longmans, Green and Company, 1956

BOND, T. G., FOX, C. M. Applying the Rasch model: Fundamental measurement in the human sciences. Third Avenue, New York, NY: Routledge, 2015.

BROWN, T. A. CONFIRMATORY FACTOR ANALYSIS FOR APPLIED RESEARCH. Nova York, The Guilford Press, 2006.

BROWN, J. D. CHOOSING THE RIGHT TYPE OF ROTATION IN PCA AND EFA. JALT Testing & Evaluation SIG Newsletter. 13 (3) November 2009 (p. 20 - 25)

CAMPOS, Ricardo L. B. L. ; Lógica de Programação: Há como melhorar o aprendizado fugindo dos padrões estabelecidos nos livros didáticos e adotados pela maioria dos docentes ?. In: XXXV Latin American Informatics Conference - XXXV CLEI, 2009, Pelotas - RS - Brazil. Iberian-American Conference on High Education in Computer Science - XVII CIESC. Pelotas - RS - Brazil: Universidade Federal de Pelotas, 2009. v. Único. p. 80-80.

CASE, R. The mind's staircase: exploring the conceptual underpinnings of children's thought and knowledge. Hillsdale: Erlbaum, 1991

CASE, R. (1992) Neo-Piagetian theories of intellectual development. In H. BEILIN & P.B. PUFAUL (eds) Piaget's Theory, Hillsdale, NJ, Erlbaum.

CASE, R. (1996) Changing views of knowledge and their impact on educational research and practice. In D.R. OLSON & N. TORRANCE (eds) The Handbook of Education and Human Development: new models of learning, teaching and schooling, Cambridge, MA, Blackwell.

COELHO, G R. A evolução do entendimento dos estudantes em eletricidade: um estudo longitudinal, UFMG, 2011, 174p.

COHEN, J. A Coefficient of Agreement for Nominal Scales. *Educational and Psychological Measurement*, v. 20, n. 1, p. 37–46, 1 abr. 1960.

COMMONS, M. L. (2008). Introduction to the model of hierarchical complexity and its relationship to postformal action. *World Futures*, 64(5-7), 305-320.

DAWSON, T. L. Stage-like patterns in the development of conceptions of energy. In X. LIU E W. BOONE (Eds.), *Applications of Rasch measurement in science education* (pp. 111-136). Maple Grove, MN: JAM Press, 2006.

DAWSON, Theo L.; STEIN, Z. Cycles of research and application in education: Learning pathways for energy concepts. *Mind, Brain, e Education*, v. 2, n. 2, 2008. p. 90-103.

DEMETRIOU, A., & VALANIDES, N. A three-level theory of the developing mind: Basic principles and implications for instruction and assessment. In: STERNBERG, R. J.; WILLIAMS, W. M. (Ed.). *Intelligence, instruction and assessment*. 1998, p.149-199.

FALKEMBACH, G. A. M., AMORETTI, M. S. M., TAROUCO, L. R., VIERO, F. (2003) “Aprendizagem de Algoritmos: Uso da Estratégia Ascendente de Resolução de Problemas”. 8º Taller Internacional de Software Educativo. Santiago, Chile.

FENSHAM, Peter; GUNSTONE, Richard; WHITE, Richard: *The Content of Science: a constructivism Approach to its Teaching and Learning*. Hong Kong: The Falmer Press, 1994.

FERRACIOLI, L. Aspectos da construção do conhecimento e da aprendizagem na obra de Piaget. *Caderno Cat. Ensino de Física*, v. 16, n. 2: p. 180-194, ago. 1999.

FISCHER, K. W. A theory of cognitive development: The control and construction of hierarchies of skills. *Psychological Review*, v. 87, p. 477-531, 1980.

FISCHER, K.W. Learning and problem solving as the development of organized behaviour. *Journal of Structural Learning*, 6, 253–67, 1980a

FISCHER, K.W. A theory of cognitive development: the control and construction of hierarchies of skills. *Psychological Review*, 87, p. 477–531, 1980b

FISCHER, K. W.; BIDELL, T. R. Dynamic development of psychological structures in action and thought. In R. M. Lerner (ed.) and W. Damon (series ed.) *Handbook of child psychology: Theoretical models of human development* New York: Wiley. v. 1, ed. 5, p. 467–561), 1998.

FISCHER, K. W.; BIDELL, T. R. Dynamic development of psychological structures in action and thought. IN R. M. LERNER (Ed.) *Handbook of child psychology*. V. 1: *Theoretical models of human development* 5th ed., New York: Wiley, p. 467-561, 2006.

FISCHER , K.W., YAN , Z. & STEWART , J. Adult cognitive development: dynamics inn the developmental web. In J. VALSINER & K. CONNOLLY (eds) *Handbook of Developmental Psychology* , Thousand Oaks, CA, Sage, 2002.

FREDRICKS, J.A.; BLUMENFELD, P.C. E A.H. PARIS (2004). School Engagement: Potential of the Concept, State of the Evidence. *Review of Educational Research*, 74, 1, 59-109.

GARCIA, Rogério Eduardo ; CORREIA, R. C. M. ; SHIMABUKURO, Milton . Ensino de Lógica de Programação e Estruturas de Dados para Alunos do Ensino Médio. In: XVI Workshop sobre Educação em Computação, 2008, Belém-PA. XVI Workshop sobre Educação em Computação, 2008. p. 246-249.

GOMES, A., CARMO, L., BIGOTTE, E. AND MENDES, A. J., “Mathematics and programming problem solving”, *Proceedings of 3rd E-Learning Conference – Computer Science Education*, (CD-ROM), Coimbra, Portugal, 2006

GOMES, A; HENRIQUES, J; MENDES, A. J. Uma proposta para ajudar alunos com dificuldades na aprendizagem inicial de programação de computadores. *Educação, Formação & Tecnologias*, v. 1 (1), Maio 2008

GOMES, A. ; MENDES, A. A teacher's view about introductory programming teaching and learning: Difficulties, strategies and motivations. *2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings*, Madrid, 2014, pp. 1-8. doi: 10.1109/FIE.2014.7044086

GUTTMAN, L. A basis for scaling qualitative data. *American Sociological Review*, n.9, p. 139-150, 1944.

HATTIE, J.A.C., & BROWN, G.T.L. Cognitive processes in asTTle: The SOLO taxonomy. *asTTle Technical Report*, University of Auckland/Ministry of Education, n. 43, set. 2004.

HOX, J. J.; MAAS, C. J. M.; BRINKHUIS, M. J. S. THE EFFECT OF ESTIMATION METHOD AND SAMPLE IN MULTILEVEL STRUCTURAL EQUATION MODELING. *Statistica Neerlandica* (2010) Vol. 64, nr. 2, pp. 157–170

HU, L. , & BENTLER, P. M. Cutoff criterion for fit indexes in covariance structure analysis: conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling*, v. 6, p. 1-55, 1999.

KNIGHT, C. C.; SUTTON, R. E. Neo-Piagetian Theory and Research: enhancing pedagogical practice for educators of adults. *London Review of Education*, Vol. 2, No. 1, March 2004

LEÓN, Daniela D. ANÁLISE FATORIAL CONFIRMATÓRIA ATRAVÉS DOS SOFTWARES R E MPLUS. *Monografia de Conclusão de Curso*, UFRS, 2011, 97p.

LAHTINEN, E. (2007) A Categorization of Novice Programmers: A Cluster Analysis Study. Proceedings of the 19th Annual Workshop of the Psychology of Programming Interest Group, Joensuu, 2-6 July 2007, 32-41

LINACRE, J. M.; WRIGHT, B. D. WINSTEPS (Programa de computador). Chicago: MESA Press, 2000.

LISTER, R., "On Blooming First Year Programming, and its Blooming Assessment". Proceedings of the Australasian Conference on Computing Education. ACM Press, New York, NY, 2000, pp.158-162

LISTER, R., B. SIMON, E. THOMPSON, J. L. Whalley and C. Prasad (2006). Not seeing the forest for the trees: novice programmers and the SOLO taxonomy. SIGCSE Bull., 38(3), 118–122

MARTINS, Sheila Wesley; CORREIA, Luiz Henrique de Andrade. O Logo como Ferramenta Auxiliar Desenvolvimento do Raciocínio Lógico – um Estudo de Caso. International Conference on Engineering and Computer Education - ICECE 2003, Santos. Acessado em 28-12-2004. <http://www.inf.ufsc.br/~scheila/icece2003.PDF>

MEAD, R. J. A Rasch primer: the measurement theory of Georg Rasch. Psychometrics services research memorandum 2008–001. Maple Grove, MN: Data Recognition Corporation, 2008.

MILAGRE, J. A., Apagão de mão-de-obra em TI: a culpa é de quem?, 2011. Disponível em < <https://www.profissionaisti.com.br/2011/08/apagao-da-mao-de-obra-em-ti-a-culpa-e-de-quem/> >. Acesso em: 28 de setembro de 2016.

MOREIRA, M. A. A teoria do desenvolvimento cognitivo de Piaget. In: MOREIRA, M. A. (Ed) Teorias de Aprendizagem. 2011, P. 95-106.

PARZIALE, J.; FISCHER, K. W. The practical use of skill theory in classrooms. In: STERNBERG, R. J.; WILLIAMS, W. M. (Ed.). Intelligence, instruction and assessment. 1998, p. 96–110.

PEREIRA JÚNIOR, Jose Carlos Rocha ; RAPKIEWICZ, C. E. . O Processo de Ensino-Aprendizagem de Fundamentos de Programação: Uma visão crítica da pesquisa no Brasil. In: I Workshop de Educação em Computação RJ/ES, 2004, Vitória - ES. I Workshop de Educação em Computação RJ/ES, 2004. v. 1.

PEREIRA JÚNIOR, José Carlos Rocha ; RAPKIEWICZ, C. E. ; DELGADO, C. ; XEXÉO, José Antonio Moreira . Ensino de algoritmos e programação: uma experiência no nível médio. In: XXV Congresso da SBC - X WEI (Workshop de Educação em Informática), 2005, São Leopoldo - RS. Anais do XXV Congresso da SBC, 2005. v. 1.

PINA, F. H., CLARES, P. M., ROSARIO, P. S. L. F., ESPIN, M. R. La evidencia en los resultados del aprendizaje. Evaluación de la complejidad estructural: "La Taxonomía Solo". In: Aprendizaje, competencias y rendimiento en Educación Superior. 2005, p. 79-94

R Core Team (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

R. PHILIP CHALMERS (2012). mirt: A Multidimensional Item Response Theory Package for the R Environment. *Journal of Statistical Software*, 48(6), 1-29. URL <http://www.jstatsoft.org/v48/i06/>.

REVELLE, W. (2015) psych: Procedures for Personality and Psychological Research, Northwestern University, Evanston, Illinois, USA, <http://CRAN.R-project.org/package=psych> Version = 1.5.8.

RODRIGUES, M. C. (2002) "Como Ensinar Programação?". *Informática – Boletim Informativo* Ano I n° 01, ULBRA. Canoas, RS, Brasil.

RODRIGUES, F. S. Estudo sobre a evasão no curso de Ciência da Computação da UFRGS. Monografia de Conclusão de Curso, UFRGS, 2013, 87p.

SANTOS, A.; GOMES, A.; MENDES, A., "A taxonomy of exercises to support individual learning paths in initial programming learning," in *Frontiers in Education Conference*, 2013 IEEE , vol., no., pp.87-93, 23-26 Oct. 2013 doi: 10.1109/FIE.2013.6684794

SCHWARTZ, M. S., & FISCHER, K. W. (2004, in press). Building general knowledge and skill: Cognition and microdevelopment in science learning. In A. Demetriou & A. Raftopoulos (Eds.), *Cognitive developmental change: Theories, models, and measurement*. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.

SICK, J. Rash Measurement in Language Education: Part 1. Shiken: JALT Testing & Evaluation SIG Newsletter. 12 (1). January 2008a (p. 1 - 6)

SICK, J. Rash Measurement in Language Education Part 2: Measurement Scales and Invariance. Shiken: JALT Testing & Evaluation SIG Newsletter. 12 (2). April 2008b (p. 26 - 31)

SILVA, G. J.; MARTINS, C. M. C. A confiabilidade e a validação na investigação epistemológica do livro didático de Química: um desenho metodológico. *Ensaio*, Belo Horizonte, v. 11, n. 2, p. 1-20. 2009.

TEZZA, R. Modelagem multidimensional para mensurar qualidade em website de e-commerce utilizando a teoria da resposta ao item. Tese de Doutorado, UFSC, 2012, 182p.

VITÓRIA, F.; ALMEIDA,L.S.; PRIMI,R. Unidimensionalidade em testes psicológicos: conceito, estratégias e dificuldades na sua avaliação. *Revista de Psicologia da Vetor Editora*, v.7, p1-7, 2006.

YVES ROSSEEL (2012). lavaan: An R Package for Structural Equation Modeling. *Journal of Statistical Software*, 48(2), 1-36. URL <http://www.jstatsoft.org/v48/i02/>.

Apêndice 1 – Termo de Consentimento

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (ALUNOS)

Título do projeto: **Habilidades x Entendimento de Conceitos Abstratos relacionados ao raciocínio lógico**

Pesquisadores responsáveis: Profa. Dra. Amanda Amantes Neiva Ribeiro (orientadora)
Fernanda Regebe Castro (doutoranda)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar, como voluntário, de uma pesquisa educacional.

Nesta pesquisa pretendemos investigar a evolução do entendimento em conceitos abstratos envolvendo lógica de programação. Este estudo produzirá conhecimento educacional relevante para nós, para nossos futuros(as) alunos(as) e para outros professores. É conhecimento socialmente relevante.

Pedimos a sua autorização para: (i) passar o questionário; (ii) coletar os dados.

Se você concordar com este uso de seus registros nesta pesquisa, podemos lhe garantir que: (i) nos nossos procedimentos de análise adotaremos procedimentos para preservar a sua identidade e resguardar a sua privacidade; (ii) seu professor de lógica de programação não utilizará os resultados de nossa análise para lhe avaliar ou para analisar seu desempenho; (iii) ao divulgarmos os resultados do estudo adotaremos procedimentos que impeçam que você seja identificado.

Se você concordar em participar da pesquisa, nós também lhe pedimos a autorização para manter seus dados em um banco de dados para outras pesquisas educacionais a serem eventualmente realizadas no futuro. Os compromissos assumidos acima permanecerão válidos para esse banco de dados, em arquivos digitais. O Comitê de ética na pesquisa será comunicado de qualquer nova pesquisa a ser realizada analisando seus dados.

Caso você não concorde com a manutenção dos seus dados no banco de dados, nós os destruiremos tão logo a pesquisa termine.

Você não terá nenhum benefício direto – não receberá vantagem de qualquer espécie - pela sua participação nesta pesquisa. Os benefícios que você possa vir a ter serão difusos e indiretos, na medida em que o que aprendermos servirá para desenvolvermos o ensino de lógica de programação, e que poderá beneficiar a você e aos nossos futuros(as) alunos(as). Por outro lado, não identificamos qualquer risco potencial em sua participação no estudo.

Caso você dê seu consentimento e, posteriormente mude de idéia, você poderá retirar o consentimento a qualquer momento que assim o desejar, sem que isso lhe traga qualquer sanção. Em caso de dúvida sobre a adequação dos procedimentos que estamos usando você pode procurar os pesquisadores responsáveis para esclarecer suas dúvidas. Os conhecimentos resultantes deste estudo serão divulgados em revistas especializadas, em congressos e simpósios sobre pesquisas educacionais e em uma Tese de Doutorado. Obrigada pela atenção.

Assinatura do Orientador de Pesquisa
Profa. Dra. Amanda Amantes Neiva Ribeiro
e-mail: amandaamantes@gmail.com Cel: 71
9204 0340- Universidade Federal da Bahia-
Instituto de Física – SSA/BA

Assinatura do Pesquisador Responsável
Fernanda Regebe Castro
e-mail: fernandaregebe@gmail.com Cel: 71
8126 7464 Universidade Federal da Bahia-
Instituto de Física – SSA/BA

Apêndice 2 – Questionário inter-pessoal

ALUNO: _____

Questionário

- 1) Qual a sua idade?
- 2) Você já fez o 1º ano?
- 3) Qual a rede que você estudou antes de vir para o IFBA?
 - a. Municipal
 - b. Estadual
 - c. Particular
- 4) Porque você escolheu TI?
 - a. Não queria eletro
 - b. Afinidade
 - c. Mercado de Trabalho
 - d. Outros _____
- 5) Você acredita que através do estudo você pode melhorar a qualidade da sua vida e da sua família?
 - a. Não acredito
 - b. Indiferente
 - c. Acredito
 - d. Acredito muito
- 6) Você gosta de matemática?
 - a. Não gosto
 - b. Indiferente
 - c. Gosto
 - d. Gosto muito
- 7) Você tem facilidade com matemática?
 - a. Nenhuma
 - b. Indiferente
 - c. Tenho
 - d. Tenho muita facilidade
- 8) Você gosta de problemas com raciocínio lógico?
 - a. Não gosto
 - b. Indiferente
 - c. Gosto
 - d. Gosto muito

9) Você tem facilidade com problemas de raciocínio lógico?

- a. Nenhuma
- b. Indiferente
- c. Tenho
- d. Tenho muita facilidade

10) Você gosta de ler?

- a. Não gosto
- b. Indiferente
- c. Gosto
- d. Gosto muito

11) Qual das atividades você prefere?

- a. Estudar história
- b. Estudar línguas
- c. Estudar ciências
- d. Estudar geografia
- e. Estudar matemática

12) Qual das atividades você prefere?

- a. Jogar damas, baralho ou dominó com amigos
- b. Assistir filmes
- c. Fazer esportes

13) Que tipo de leitura você prefere? _____

- a. Romance
- b. Histórica
- c. Técnica

Apêndice 3 – Teste Piloto



Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências



PPGEFHC

Mestrado e Doutorado



PROJETO PILOTO

Questão 01

$\{[100-(5+9)*3] + [(8/2)+(4/1)*(2+6) / 4]\}$

- a) Explique com funciona esta equação? Quais as regras de resolução?
- b) Explicite a primeira linha da execução
- c) Explicite a segunda linha da execução
- d) transforme esta equação em pascal

Questão 02

Program Questao2 ;

var i: integer;

```
begin
  i := 1;

  while (i < 100) do
  begin
    if (i mod 4 = 0) then
    begin
      writeln(i);
    end;
    i:= i + 3;
  end
end.
```

Coloque V para verdadeiro e F para falso:

- a) O programa imprime todos os múltiplos de 3
- b) O programa imprime os números pares
- c) O programa imprime múltiplos de 4
- d) O programa imprime 100 números
- e) O programa imprime todos os múltiplos de 4

Questão 03

X	0	0	0	0	0	0
1	X	0	0	0	0	0
1	1	X	0	0	0	0
1	1	1	X	0	0	0
1	1	1	1	X	0	0
1	1	1	1	1	X	0
1	1	1	1	1	1	X

- Qual a estrutura de dados que você utilizaria para preencher a figura acima?
Porque?
- Explicita as regras de preenchimento da figura acima
- Crie um algoritmo represente a figura acima

Questão 04

Sr. João está precisando de um aparelho médico e tem várias opções para comprar. Caso ele opte por comprar no Brasil, pagará R\$ 4.500,00. Ele também pode mandar buscar em Miami, através de mais duas maneiras. Caso ele tenha alguém para trazer, pagará U\$ 1.200,00 pelo aparelho e mais U\$ 35,00 para levar no hotel da pessoa, em Miami. Caso contrário, ele pagará os mesmos U\$ 1.200,00 pelo aparelho e mais U\$ 400,00 de taxa para que algum funcionário da empresa traga ou mande para o Brasil. Coloque V ou F nas fórmulas matemáticas para compra do produto em Miami, caso opte por entrega no hotel

Caso Opte no Hotel

- $\text{PrecoDolar} + \text{TaxaHotel} * \text{DolarDia}$
 - $\text{PrecoDolar} * (\text{DolarDia} + \text{TaxaHotel}) * \text{DolarDia}$
 - $\text{PrecoDolar} * \text{DolarDia} + \text{TaxaHotel} * \text{DolarDia}$
 - $\text{PrecoDolar} + (\text{TaxaHotel} * \text{DolarDia})$
 - $(\text{PrecoDolar} * \text{DolarDia}) + (\text{TaxaHotel} * \text{DolarDia})$
 - $\text{TaxaHotel} + (\text{PrecoDolar} * \text{DolarDia})$
- Explique o porquê da(s) escolha(s) da(s) questão(ões) verdadeira(s)
 - Construa um fluxograma que represente o algoritmo
 - Que estrutura(s) de programação você usaria para responder a questão do enunciado? Porque?
 - Construa o pseudo-código desta transação

Questão 5

Dada a série 2 5 11 23 47, quais das séries abaixo são semelhantes a esta? Marque V ou F.

- a) 5 10 20 40 80
 - b) 6 11 21 41 81
 - c) 6 18 54 162 486
 - d) 3 7 15 31 63
 - e) 4 9 19 39 79
- f) Qual a fórmula que representa o padrão da sequência do enunciado e das sequências semelhantes?
 - g) Como você descobriu esta fórmula
 - h) Para montar um algoritmo, quais as estruturas de programação que você utilizaria para resolver este problema? Porque?

Apêndice 4 - Instrumentos

ALUNO: _____

TURNO: _____ TURMA: _____

ONDA 01

1) O que o item abaixo representa?

$$\frac{9}{2} = \frac{54}{X}$$

- a) Uma equação do 2º grau
- b) Um logaritmo
- c) Uma regra de 3
- d) Razão e proporção
- e) Uma inequação
- f) Não sei

2) Qual o valor de X?

$$\frac{75}{5} = \frac{120}{X}$$

- a) 25
- b) 16
- c) 8
- d) 1800
- e) Não sei

- 3) Maria tem 2 teares e faz 76 toalhas de mesa em 1 semana. Para Maria fazer 608 toalhas em uma semana, ela precisa de quantos teares?
- 4) Construa um programa que leia uma distância em km, o preço da gasolina em reais e exiba quantos litros de gasolina o carro irá consumir e quanto será gasto em reais. Considere que o carro faz 12 km/l de gasolina.
- 5) Qual dos itens representa uma fórmula matemática?
 - a) 60
 - b) $X > Y$
 - c) $X \neq Y$
 - d) O valor da gravidade é 9,787899 m / s²
 - e) $M = P \cdot (1 + (i \cdot n))$
 - f) Não sei
- 6) Sendo $X = 2$ e $Y = 3$, qual o valor do Resultado Final?

$$\text{Resultado Final} = X * Y - 4 + 20 * X^2$$

- a) -72
 - b) 152
 - c) 82
 - d) -40
 - e) 78
 - f) Não sei
- 7) Sr. João está precisando de um aparelho médico e tem várias opções para comprar. Caso ele opte por comprar no Brasil, pagará R\$ 4.500,00. Ele também pode mandar buscar em Miami, através de mais duas maneiras. Caso ele tenha alguém para trazer, pagará U\$ 1.200,00 pelo aparelho e mais U\$ 35,00 para levar no hotel da pessoa, em Miami. Caso contrário, ele pagará os mesmos U\$ 1.200,00 pelo aparelho e mais U\$ 400,00 de taxa para que algum funcionário da empresa traga ou mande para o Brasil.

Coloque V ou F nas fórmulas matemáticas para compra do produto em Miami, caso opte por entrega no hotel

Caso Opte por entrega no Hotel, quais as fórmulas estariam corretas?
Marque V para verdadeiro e F para falso

- (V) (F) PrecoDolar + TaxaHotel * DolarDia
- (V) (F) PrecoDolar * (DolarDia + TaxaHotel) * DolarDia
- (V) (F) PrecoDolar * DolarDia + TaxaHotel * DolarDia
- (V) (F) PrecoDolar + (TaxaHotel * DolarDia)
- (V) (F) (PrecoDolar * DolarDia) + (TaxaHotel * DolarDia)
- (V) (F) TaxaHotel + (PrecoDolar * DolarDia)

- 8) André ganha R\$ 3.500,00 de salário bruto. Paga 10% de INSS, que é descontado mensalmente do seu salário. Ao salário, já com desconto de INSS, André recebe R\$ 18,00 reais de ticket refeição por dia trabalhado e R\$ 8,00 de transporte também por dia trabalhado. Além disso, ele recebe um adicional de R\$ 25,00 ao salário por cada filho. Quanto André ganha?

Crie um programa que calcule o valor do salário líquido de André.

- 9) Qual dos itens abaixo representa um padrão de comportamento?
- a) 1 – 57 – 89 – 20 – 3
 - b) 30 – 43 – 12 – 89 – 20
 - c) 2 – 4 – 6 – 8 – 12
 - d) 3 – 6 – 9 – 12 – 15
 - e) 10 – 20 – 40 – 60 – 80
 - f) Não sei

- 10) Qual a fórmula que representa o seguinte padrão de comportamento?

$$4 - 12 - 28 - 60 - 124$$

- a) $2X + 4$

- b) $2(X-1)$
- c) $2(X-1) + 4$
- d) $2X - 1 + 4$
- e) $2X - 1$
- f) Não sei

11) Complete a sequência:

3 – 12 – 39 – ? - ?

- a) 116 - 350
- b) 117 - 351
- c) 120 - 360
- d) 120 - 363
- e) 118 – 352
- f) Não sei

12) Crie um algoritmo que construa a sequência seguinte:

4 – 12 – 28 – 60 – 124

13) Observe o código abaixo e marque o que significa a parte em **negrito e sublinhada**.

```
Program Questao1 ;
var i: integer;

begin
  i := 1;

  while (i < 100) do
  begin
    if (i mod 4 = 0) then
      begin
        writeln(i);
      end;
    i:= i + 3;
  end
end.
```

- a) estrutura de decisão
- b) matrizes bidimensionais
- c) laço
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas
- f) Não sei

14) Observe o código abaixo e marque o que significa a parte em **negrito e sublinhada**.

```
Program QuestaoX ;
var i: integer;

begin
  i := 1;

  while (i < 100) do
  begin
    if (i mod 4 = 0) then
    begin
      writeln(i);
    end;
    i := i + 3;
  end
end.
```

- a) laço
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas
- f) Não sei

15) Qual a estrutura de programação que você usaria para resolver a situação abaixo?

“Pedro não sabe ainda o que vai fazer durante as férias. Caso tenha dinheiro, viajará, caso contrário, ficará em casa. Caso possa viajar e faça sol, irá para a chapada diamantina, caso faça frio, irá para Gramado”

- a) laço
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas
- f) Não sei

ALUNO: _____

TURNO: _____ TURMA: _____

ONDA 02

- 1) Carlos deixou o emprego para estudar para concurso público. Atualmente ele cuida da casa, cozinha, cuida das crianças e somente a sua esposa trabalha. Ele decidiu que enquanto não passar, vai continuar estudando duro. Qual a estrutura de programação que representa a decisão de Carlos com relação aos estudos?
 - a) laço
 - b) estrutura de decisão
 - c) matrizes bidimensionais
 - d) matrizes unidimensionais
 - e) múltiplas variáveis numéricas
- 2) De acordo com o código abaixo, coloque V para verdadeiro e F para falso:

Program QuestaoX ;

```
var i: integer;  
Begin  
  i := 1;  
  While (i < 100) do  
    begin  
      writeln(i);  
      i := i + 3;  
    end;  
End.
```

- (V) (F) 1 2 3 4 5 são os cinco primeiros números gerados pelo código
(V) (F) 1 4 7 10 13 são os cinco primeiros números gerados pelo código
(V) (F) 1 3 5 7 9 são os cinco primeiros números gerados pelo código
(V) (F) 1 3 6 9 12 são os cinco primeiros números gerados pelo código
(V) (F) 88 91 94 97 100 são os últimos números gerados pelo código
(V) (F) 85 88 91 94 97 são os últimos cinco números gerados pelo código

- 3) Construa um programa que leia 10 números e exiba o somatório dos mesmos
- 4) Escreva um programa que leia um número e teste se é divisível por 12. Caso sim, escreva a mensagem “O número é divisível por 12”, e caso contrário, escreva a mensagem de que o número não é divisível por 12.

- 5) Quais os descontos obtidos em cada compra, se Maria comprou 130 reais de picanha, depois, 72 reais em copos descartáveis e depois, 69 reais em filet mignon?

Se ((ValorCompra > 100) e (CategoriaProduto = "Perecível")) Então
 Desconto = 20%
 Senão Se (ValorCompra > 100) e (CategoriaProduto = "NãoPerecível") Então
 Desconto = 15%
 Senão Se (ValorCompra > 80) e (CategoriaProduto = "Perecível") Então
 Desconto = 18%
 Senão Se (ValorCompra > 80) e (CategoriaProduto = "NãoPerecível") Então
 Desconto = 13%
 Senão Se (ValorCompra > 70) e (CategoriaProduto = "Perecível") Então
 Desconto = 16%
 Senão Se (ValorCompra > 70) e (CategoriaProduto = "NãoPerecível") Então
 Desconto = 11%
 Senão
 Desconto = 0%

a) 15%, 11%, 0%
 b) 20%, 16%, 11%
 c) 20%, 11%, 0%
 d) 20%, 11%, 16%
 e) 16%, 13%, 0%

- 6) Qual a estrutura que você utilizaria para formar esta figura?

X	0	0	0	0	0	0
1	X	0	0	0	0	0
1	1	X	0	0	0	0
1	1	1	X	0	0	0
1	1	1	1	X	0	0
1	1	1	1	1	X	0
1	1	1	1	1	1	X

- a) laço
 b) estrutura de decisão
 c) matrizes bidimensionais
 d) matrizes unidimensionais
 e) múltiplas variáveis numéricas

7) Qual a fórmula que você utilizaria para formar esta figura?

X	0	0	0	0	0	0	0
1	X	0	0	0	0	0	0
1	1	X	0	0	0	0	0
1	1	1	X	0	0	0	0
1	1	1	1	X	0	0	0
1	1	1	1	1	X	0	0
1	1	1	1	1	1	X	0
1	1	1	1	1	1	1	X

- a) Quando $i > j \rightarrow X$, $i < j \rightarrow 0$, $i < j \rightarrow 1$
- b) Quando $i < j \rightarrow X$, $i > j \rightarrow 0$, $i < j \rightarrow 1$
- c) Quando $i = j \rightarrow X$, $i < j \rightarrow 0$, $i > j \rightarrow 1$
- d) Quando $i > j \rightarrow 0$, $i < j \rightarrow 1$, $i = j \rightarrow X$
- e) Quando $i = j \rightarrow X$, $i > j \rightarrow 0$, $i < j \rightarrow 1$

8) Crie o algoritmo que represente esta figura.

X	0	0	0	0	0	0	0
1	X	0	0	0	0	0	0
1	1	X	0	0	0	0	0
1	1	1	X	0	0	0	0
1	1	1	1	X	0	0	0
1	1	1	1	1	X	0	0
1	1	1	1	1	1	X	0
1	1	1	1	1	1	1	X

9) O que o item abaixo representa?

Se U\$ 1,00 = R\$ 2,30, então U\$ 23,00 = 52,90

- a) fórmula matemática
- b) variáveis booleana
- c) conversão de moedas
- d) equação do 1º grau
- e) matrizes

10) Qual a estrutura de programação predominante no código abaixo?

```
if (((i / 3) = 0) and ((i / 4) = 0)) then
begin
    writeln('i é divisível por 12');
end
else if (((i / 3) = 0)) then
begin
    writeln('i é divisível por 3');
end
else if (((i / 4) = 0)) then
begin
    writeln('i é divisível por 4');
end
```

- a) laço
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas

11) Que estrutura de programação está presente no código abaixo?

```
program ex3;
var
  m:array[1..4,1..4] of integer;
  posl, posc:integer;
begin
  writeln('Digite os valores');
  for posl:=1 to 4 do
    for posc:=1 to 4 do
      readln(m[posl, posc]);
  for posc:=1 to 4 do
    for posl:=1 to 4 do
      if posl<>posc
        then writeln(m[posl, posc]);
end.
```

- a) laço
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas

12) Um americano, um francês e um britânico sentaram na mesa de um bar no Rio de Janeiro. Comeram, beberam, e na hora de pagar lembraram que não tinha a moeda Real em espécie. O americano tinha dólares americanos, o francês tinha euros e o britânico tinha libras esterlinas. A única certeza é que os três iriam rachar a conta em três partes iguais, mas cada um iria pagar com sua moeda local. A conta total deu 300 reais, logo, cada um pagou o equivalente a 100 reais em sua moeda local. Quanto cada um pagou? Considere que naquele dia, um Dolar valia R\$ 2,30, um Euro valia R\$ 3,40 e uma libra valia R\$ 3,60.

Explicita as fórmulas.

13) Se com 100 euros eu comprei 88 libras esterlinas, logo com 250 euros comprarei quantas libras esterlinas?

14) Em uma população de 50 mil habitantes da cidade de Itariró, 20% são desempregados. Dos desempregados, 70% são mulheres. Destas

mulheres 95% tem filhos pequenos. Qual o conceito matemático predominante neste enunciado?

- a) vetores
- b) equações do primeiro grau
- c) razão e proporção
- d) percentuais
- e) criação de variáveis

15) Em uma população de 50 mil habitantes da cidade de Itariró, 20% são desempregados. Dos desempregados, 70% são mulheres. Destas mulheres 95% tem filhos pequenos. Quantas são as desempregadas que não tem filhos pequenos?

ALUNO: _____

TURNO: _____ TURMA: _____

ONDA 03

- 1) Sr. João está precisando de um aparelho médico e tem várias opções para comprar. Caso ele opte por comprar no Brasil, pagará R\$ 4.500,00. Ele também pode mandar buscar em Miami, através de mais duas maneiras. Caso ele tenha alguém para trazer, pagará U\$ 1.200,00 pelo aparelho e mais U\$ 35,00 para levar no hotel da pessoa, em Miami. Caso contrário, ele pagará os mesmos U\$ 1.200,00 pelo aparelho e mais U\$ 400,00 de taxa para que algum funcionário da empresa traga ou mande para o Brasil.

Coloque V ou F nas fórmulas matemáticas para compra do produto em Miami, caso opte por entrega no hotel

Caso Opte por entrega no Hotel, quais as fórmulas estariam corretas?
Marque V para verdadeiro e F para falso

- (V) (F) PrecoDolar + TaxaHotel * DolarDia
(V) (F) PrecoDolar * (DolarDia + TaxaHotel) * DolarDia
(V) (F) PrecoDolar * DolarDia + TaxaHotel * DolarDia
(V) (F) PrecoDolar + (TaxaHotel * DolarDia)
(V) (F) (PrecoDolar * DolarDia) + (TaxaHotel * DolarDia)
(V) (F) TaxaHotel + (PrecoDolar * DolarDia)

- 2) Escreva um programa que leia o salário bruto de um funcionário e calcule o seu imposto de renda de acordo com a tabela abaixo:

SALÁRIO BRUTO	IMPOSTO DE RENDA
ATÉ R\$ 1.200,00	Isento de imposto
DE R\$ 1.201,00 A R\$ 2.000,00	15% de imposto sobre o salário
DE R\$ 2.001,00 A R\$ 3.500,00	20% de imposto sobre o salário
ACIMA DE R\$ 3.501,00	25% de imposto sobre o salário

- 3) Se com 100 euros eu comprei 88 libras esterlinas, logo com 250 euros comprarei quantas libras esterlinas?
- 4) José lava 23 panelas em 2. Para lavar 368 panelas, José precisaria de quantas horas?

- 5) Observe o código abaixo e marque o que significa a parte em **negrito e sublinhada**.

Program QuestaoX ;
var i: integer;

```
begin
  i := 1;

  while (i < 100) do
  begin
    if (i mod 4 = 0) then
    begin
      writeln(i);
    end;
    i := i + 3;
  end
end.
```

- a) laço
 - b) estrutura de decisão
 - c) matrizes bidimensionais
 - d) matrizes unidimensionais
 - e) múltiplas variáveis numéricas
 - f) Não sei
- 6) Quais os descontos obtidos em cada compra, se Maria comprou 130 reais de picanha, depois, 72 reais em copos descartáveis e depois, 69 reais em filet mignon?

Se ((ValorCompra > 100) e (CategoriaProduto = "Perecível")) Então
 Desconto = 20%
Senão Se (ValorCompra > 100) e (CategoriaProduto = "NãoPerecível") Então
 Desconto = 15%
Senão Se (ValorCompra > 80) e (CategoriaProduto = "Perecível") Então
 Desconto = 18%
Senão Se (ValorCompra > 80) e (CategoriaProduto = "NãoPerecível") Então
 Desconto = 13%
Senão Se (ValorCompra > 70) e (CategoriaProduto = "Perecível") Então
 Desconto = 16%
Senão Se (ValorCompra > 70) e (CategoriaProduto = "NãoPerecível") Então
 Desconto = 11%
Senão
 Desconto = 0%

- a) 15%, 11%, 0%
- b) 20%, 16%, 11%
- c) 20%, 11%, 0%
- d) 20%, 11%, 16%
- e) 16%, 13%, 0%
- f) Não sei

7) Sendo $X = 2$ e $Y = 3$, qual o valor do Resultado Final?

$$\text{Resultado Final} = ((X+Y) + (4+X)) * X^2 - Y^3 + X * Y^2 - 15$$

- a) -114
- b) -250
- c) 1386
- d) 20
- e) 2244
- f) Não sei

8) Dona Maria está fazendo um quitute delicioso. Ela tem que mexer na panela até que a massa comece a ferver, assim que ferver ela deve parar. Qual a estrutura de programação que melhor se adequaria a esta situação?

- a) laço
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas
- f) Não sei

9) De acordo com o código abaixo, coloque V para verdadeiro e F para falso:

Program QuestaoY ;

var i: integer;

Begin

i := 30;

While (i > 3) do

begin

writeln(i);

i := i - 3;

end;

End.

(V) (F) 30 29 28 27 26 são os cinco primeiros números gerados pelo código

(V) (F) 30 27 24 21 18 são os cinco primeiros números gerados pelo código

(V) (F) 1 4 7 10 13 são os últimos cinco números gerados pelo código

(V) (F) 3 6 9 12 15 são os últimos cinco números gerados pelo código

(V) (F) 6 9 12 15 18 são os últimos cinco números gerados pelo código

10) Thiago tinha um celular com 3 chips: Claro (chip 1), Tim (chip 2) e Oi (chip 3). Ao colocar o nome dos amigos na agenda, ele sempre colocava

a operadora junto ao nome (ex: André Ifba Oi, Manuela Clube Tim, José Rua Claro). Qual a estrutura de programação que você usaria para escolher o chip a ser utilizado por Thiago a depender da operadora do amigo?

- a) Laço
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas
- f) Não sei

11) Que estrutura de programação está presente no código abaixo?

```
program vet_soma;
var
  v: array [1..5] of integer;
  soma, cont:integer;
begin
  soma:=0;
  writeln('digite os 5 valores');
  for cont:=1 to 5 do
    readln(v[cont]);
  for cont:=1 to 5 do
    soma:=soma + v[cont];
  writeln('Soma=',soma);
end.
```

- a) Laço e, consequentemente, estruturas de decisão
- b) estrutura de decisão e, consequentemente, matrizes bidimensionais
- c) múltiplas variáveis numéricas e, consequentemente, matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais e, consequentemente, laço
- e) múltiplas variáveis numéricas e, consequentemente, estruturas de decisão
- f) Não sei

12) Considere que o número de uma placa de veículo é composto por quatro algarismos. Digamos que eu queira apresentar separadamente cada algarismo, correspondente à casa das unidades, dezena, centena e milhar. Que estrutura de programação melhor se adequaria para fazer isto?

- a) laço
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais

- e) múltiplas variáveis numéricas
 f) Não sei

13) Dada a seguinte entrada para o programa abaixo, marque verdadeiro ou falso nas afirmativas, que representam a **saída** do programa.

Entrada: 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21

```
program construirvetor;
var
  teste1, teste2 : array [1..10] of integer;
  i : integer;
begin
  for i := 1 to 10 do
    read(teste1[ i ]);
  for i := 1 to 10 do
    if (i mod 2 = 0) then
      teste2[ i ] := teste1[ i ] * 5
    else
      teste2[ i ] := teste1[ i ] + 5;
  for i := 1 to 10 do
    writeln(teste1[ i ], ', ', teste2[ i ]);
  readln;
end.
```

(V) (F)	(V) (F)	(V) (F)
12, 14	12, 17	12, 60
13, 15	13, 18	13, 18
14, 16	14, 19	14, 70
15, 17	15, 20	15, 20
16, 18	16, 21	16, 80
17, 19	17, 22	17, 22
18, 20	18, 23	18, 90
19, 21	19, 24	19, 24
20, 22	20, 25	20, 100
21, 23	21, 26	21, 26
(V) (F)	(V) (F)	(V) (F)
12 17	12, 60	12, 17
13 65	13, 65	13, 19
14 19	14, 70	14, 21
15 75	15, 75	15, 23
16 21	16, 80	16, 25
17 85	17, 85	17, 27
18 23	18, 90	18, 29
19 95	19, 95	19, 31
20 25	20, 100	20, 33
21 105	21, 105	21, 35

14) Considere que o número de uma placa de veículo é composto por quatro algarismos. Construa um programa que leia este número e apresente separadamente o algarismo correspondente à casa das unidades, dezena, centena e milhar.

15) Qual a estrutura que você utilizaria para formar esta figura?

- a) laço
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas
- f) Não sei

ALUNO: _____

TURNO: _____ TURMA: _____

ONDA 04

- 1) Que estrutura de programação está presente, **em negrito**, no código abaixo?

```
program vet_soma;  
  
var  
  
  v: array [1..5] of integer;  
  soma,cont:integer;  
  
Begin  
  
  soma:=0;  
  
  writeln('digite os 5 valores');  
  for cont:=1 to 5 do  
    readln(v[cont]);  
  for cont:=1 to 5 do  
    soma:=soma + v[cont];  
  writeln('Soma=',soma);  
end.
```

- a) Laço e, consequentemente, estruturas de decisão
b) estrutura de decisão e, consequentemente, matrizes bidimensionais
c) múltiplas variáveis numéricas e, consequentemente, matrizes bidimensionais
d) matrizes unidimensionais e, consequentemente, laço
e) múltiplas variáveis numéricas e, consequentemente, estruturas de decisão
f) Não sei
- 2) Dada a seguinte entrada para o programa abaixo, marque verdadeiro ou falso nas afirmativas, que representam a **saída** do programa.

Entrada: 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21

```

program construirvetor;
var
    teste1, teste2 : array [1..10] of integer;
    i : integer;
begin
    for i := 1 to 10 do
        read(teste1[ i ]);
    for i := 1 to 10 do
        if (i mod 2 = 0) then
            teste2[ i ] := teste1[ i ] * 5
        else
            teste2[ i ] := teste1[ i ] + 5;
    for i := 1 to 10 do
        writeln(teste1[ i ], ', ', teste2[ i ]);
    readln;
end.

```

(V) (F)	(V) (F)	(V) (F)
12, 14	12, 17	12, 60
13, 15	13, 18	13, 18
14, 16	14, 19	14, 70
15, 17	15, 20	15, 20
16, 18	16, 21	16, 80
17, 19	17, 22	17, 22
18, 20	18, 23	18, 90
19, 21	19, 24	19, 24
20, 22	20, 25	20, 100
21, 23	21, 26	21, 26
(V) (F)	(V) (F)	(V) (F)
12 17	12, 60	12, 17
13 65	13, 65	13, 19
14 19	14, 70	14, 21
15 75	15, 75	15, 23
16 21	16, 80	16, 25
17 85	17, 85	17, 27
18 23	18, 90	18, 29
19 95	19, 95	19, 31
20 25	20, 100	20, 33
21 105	21, 105	21, 35
Não Sei		

- 3) Considere que o número de uma placa de veículo é composto por quatro algarismos. Digamos que eu queira apresentar separadamente cada algarismo, correspondente à casa das unidades, dezena, centena e milhar. Que estrutura de programação melhor se adequaria para fazer isto?
 - a) laço
 - b) estrutura de decisão
 - c) matrizes bidimensionais
 - d) matrizes unidimensionais
 - e) múltiplas variáveis numéricas
 - f) Não sei
- 4) Considere que o número de uma placa de veículo é composto por quatro algarismos. Construa um programa que leia este número e apresente separadamente o algarismo correspondente à casa das unidades, dezena, centena e milhar.

5) Qual a estrutura de programação predominante no código abaixo?

```
if (((i / 3) = 0) and ((i / 4) = 0)) then
begin
    writeln('i é divisível por 12');
end
else if (((i / 3) = 0)) then
begin
    writeln('i é divisível por 3');
end
else if (((i / 4) = 0)) then
begin
    writeln('i é divisível por 4');
end
```

- a) laço
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas

6) Qual a estrutura de programação que você usaria para resolver a situação abaixo?

“Pedro não sabe ainda o que vai fazer durante as férias. Caso tenha dinheiro, viajará, caso contrário, ficará em casa. Caso possa viajar e faça sol, irá para a chapada diamantina, caso faça frio, irá para Gramado”

- a) laço
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas

7) João vai com sua esposa ao complexo sauípe e fica com dois filhos menores de 12 anos em uma suíte Casal Luxo. Quanto João pagou?

Se (TipoQuarto = “solteiro”) Então

 Diária = 130;

Senão Se (TipoQuarto = “casal ”) Então

 Se (ModeloQuarto = “Standart”) Então

 Se (NumeroCriancas = 0) Então

 Diária = 180;

 Senão Se (NumeroCriancas = 1) Então

 Diária = 200;

 Senão Se (NumeroCriancas = 2) Então

 Diária = 220;

 Fim Se

```

Fim Se;
Se (ModeloQuarto = "Luxo") Então
    Se (NumeroCriancas = 0) Então
        Diária = 230;
    Senão Se (NumeroCriancas = 1) Então
        Diária = 250;
    Senão Se (NumeroCriancas = 2) Então
        Diária = 270;
    Fim Se
Fim Se;
Se (ModeloQuarto = "Premium") Então
    Se (NumeroCriancas = 0) Então
        Diária = 260;
    Senão Se (NumeroCriancas = 1) Então
        Diária = 290;
    Senão Se (NumeroCriancas = 2) Então
        Diária = 310;
    Fim Se
Fim Se;
Fim Se

```

- a) 220
- b) 270
- c) 310
- d) 200
- e) 290
- f) não sei

- 8) Mariana trabalha em uma loja de tecidos. A depender de quanto o cliente compra e a depender da forma de pagamento, o desconto é diferenciado. Faça um programa que mostre o preço normal, o valor com desconto no cartão e o valor com desconto à vista à depender da quantidade de metros de tecido que a pessoa compre, conforme a tabela abaixo.

METRAGEM	À VISTA	CARTÃO
ATÉ 10 M	0%	0%
DE 11 A 20 M	10%	5%
DE 21 A 30 M	15%	10%
DE 31 A 40 M	20%	15%
ACIMA DE 50 M	25%	20%

- 9) O que o item abaixo representa?

$$\frac{20}{\underline{\quad}} = \frac{700}{\underline{\quad}}$$

3 X

- a) Uma equação do 2º grau
- b) Um logaritmo
- c) Uma regra de 3
- d) Uma matriz
- e) Uma inequação

10) Qual o valor de X?

$$\frac{75}{5} = \frac{120}{X}$$

- a) 25
- b) 16
- c) 8
- d) 1800
- e) 32

11) Para diluir 72 gramas de corante é preciso 1605 litros de agua. Quantas gramas de corante 462240 litros de agua diluiria?

12) Para lavar 7 kilos de roupa são necessários 30 litros de água. Escreva um programa que pergunte quantos kilos de roupa a pessoa deseja lavar e informe a quantidade de água necessária.

13) O que o item abaixo representa?

Se U\$ 1,00 = R\$ 2,30, então U\$ 23,00 = 52,90

- f) fórmula matemática
- g) variáveis booleanas
- h) conversão de moedas
- i) equação do 1º grau
- j) matrizes

14) Se com 200 euros eu comprei 176 libras esterlinas, logo com 500 euros comprarei quantas libras esterlinas?

15) Um americano, um francês e um britânico sentaram na mesa de um bar no Rio de Janeiro. Comeram, beberam, e na hora de pagar lembraram que não tinha a moeda Real em espécie. O americano tinha dólares americanos, o francês tinha euros e o britânico tinha libras esterlinas. A única certeza é que os três iriam rachar a conta em três partes iguais,

mas cada um iria pagar com sua moeda local. A conta total deu 300 reais, logo, cada um pagou o equivalente a 100 reais em sua moeda local. Quanto cada um pagou? Considere que naquele dia, um Dolar valia R\$ 2,30, um Euro valia R\$ 3,40 e uma libra valia R\$ 3,60.

Explicita as fórmulas.

16) Um americano, um francês e um britânico sentaram na mesa de um bar no Rio de Janeiro. Comeram, beberam, e na hora de pagar lembraram que não tinha a moeda Real em espécie. O americano tinha dólares americanos, o francês tinha euros e o britânico tinha libras esterlinas. A única certeza é que os três iriam rachar a conta em três partes iguais, mas cada um iria pagar com sua moeda local. A conta total deu 300 reais, logo, cada um pagou o equivalente a 100 reais em sua moeda local. Quanto cada um pagou?

Crie um algoritmo que calcule quanto cada um gastou, pegando como entrada a cotação do dia de cada moeda. Por exemplo, imagine que no dia um Dolar valia R\$ 2,30, um Euro valia R\$ 3,40 e uma libra valia R\$ 3,60 (mas este valor poderá variar, e tem que ser informado pelo usuário do programa).

ALUNO: _____

DATA: _____

TURNO: _____ TURMA:

ONDA 05

- 1) Qual dos itens abaixo representa um padrão de comportamento?
 - a) 4 – 7 – 8 – 15 – 13
 - b) 1 – 2 – 3 – 4 – 6
 - c) 2 – 4 – 6 – 8 – 16
 - d) 2 – 4 – 8 – 16 – 32
 - e) 3 – 6 – 12 – 15 – 18
 - f) Não sei
- 2) Observe o código abaixo e marque o que significa a parte em **negrito** e sublinhada.

Program QuestaoZ ;

var i: integer;

```
begin
i := 1;

while (i < 200) do
begin
  if (i DIV 2 = 0) then
  begin
    writeln(i);
  end;
  i := i + i;
end
end.
```

- a) laço/loop
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas
- f) Não sei

- 3) Qual dos itens representa uma fórmula matemática?

- a) 45
- b) a > b
- c) x = 0
- d) Peso Médio = (Peso 1 + Peso 2 ++ Peso N) / N

- e) O número atômico do cloro é igual a 17
- f) Não sei

4) Qual a fórmula que representa o seguinte padrão de comportamento?

$$5 - 30 - 155 - 780 - 3905$$

- a) $5(X-1)$
- b) $5X - 1 + 5$
- c) $5X - 1$
- d) $5X + 5$
- e) $5(X-1) + 5$
- f) Não sei

5) O código abaixo implementa que estrutura de programação?

```
Program QuestaoX ;
var i: integer;
Begin
i := 1;
While (i < 100) do
begin
  writeln(i);
  i:= i + 3;
end;
readln();
End.
```

- a) laço/loop
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas
- f) Não sei

6) Complete a sequência:

$$2 - 8 - 32 - ? - ?$$

- a) 96 - 288
- b) 128 - 512
- c) 64 - 96
- d) 130 - 514
- e) 126 - 510

7) Crie um algoritmo que construa a sequência seguinte:

- 8) A avó de João mora em São Paulo, e ele em Salvador. Todas as férias, João costuma ir passar uns 20 dias na casa dela. Neste ano, ele convidou alguns amigos, mas eles não confirmaram ainda se vão. A depender do número de pessoas, é mais vantagem ir de carro do que de avião. Mas Júlia, amiga de João, tem medo de avião. Então, se ela for, a depender do número de pessoas, eles irão de carro ou de ônibus. Qual a estrutura de programação que você usaria para escolher o melhor meio de transporte?
- a) laço/loop
b) estrutura de decisão
c) matrizes bidimensionais
d) matrizes unidimensionais
e) múltiplas variáveis numéricas
f) Não sei
- 9) Marcos precisa comprar dólar e o local onde ele compra costuma dar desconto para compra de grandes valores. A pessoa pode escolher também se quer comprar o valor em dólar em espécie ou carregar um cartão pré-pago. Toda compra de moeda estrangeira é taxada com o imposto IOF, que varia depender da forma como a pessoa compra moeda, em dinheiro em espécie ou carregando um cartão pré-pago. Caso Marcos entregue R\$ 7.000,00 para comprar dólar em espécie, quanto ele receberá em dólares, visto que ele também pagará o imposto IOF ? Responda de acordo com a análise do código abaixo.

```

Se ValorEmReal <= 1.000,00 então
  Se MoedaEmEspecie então
    Início
      ValorDolar = 2,90;
      ValorIOF = 0,38%;
      ValorEmRealSemIOF = (ValorEmReal/ ValoDolar);
      ValorEmRealComIOF = ValorEmRealSemIOF – (ValorEmRealSemIOF*0,38%);
    Fim
    Senão
    Início
      ValorDolar = 2,85;
      ValorIOF = 6,38%;
      ValorEmRealSemIOF = (ValorEmReal/ ValoDolar);
      ValorEmRealComIOF = ValorEmRealSemIOF – (ValorEmRealSemIOF*6,38%);
    Fim
  Senão Se ValorEmReal <= 3.000,00 então
    Se MoedaEmEspecie então
      Início
        ValorDolar = 2,84;
        ValorIOF = 0,38%;
        ValorEmRealSemIOF = (ValorEmReal/ ValoDolar);
        ValorEmRealComIOF = ValorEmRealSemIOF –
          (ValorEmRealSemIOF*0,38%);
      Fim
    Senão
    Início
      ValorDolar = 2,79;
      ValorIOF = 6,38%;
      ValorEmRealSemIOF = (ValorEmReal/ ValoDolar);
    Fim
  Fim
  Senão
  Início
    ValorDolar = 2,79;
    ValorIOF = 6,38%;
    ValorEmRealSemIOF = (ValorEmReal/ ValoDolar);
  Fim
Fim
  
```

```

        ValorEmRealComIOF = ValorEmRealSemiOF -
                                (ValorEmRealSemiOF*6,38%);
        Fim
    Senão Se ValorEmReal <= 5.000,00 então
        Se MoedaEmEspecie então
        Início
            ValorDolar = 2,78;
            ValorIOF = 0,38%;
            ValorEmRealSemiOF = (ValorEmReal/ ValoDolar);
            ValorEmRealComIOF = ValorEmRealSemiOF -
                                (ValorEmRealSemiOF*0,38%);
        Fim
    Senão
    Início
        ValorDolar = 2,73;
        ValorIOF = 6,38%;
        ValorEmRealSemiOF = (ValorEmReal/ ValoDolar);
        ValorEmRealComIOF = ValorEmRealSemiOF -
                                (ValorEmRealSemiOF*6,38%);
    Fim
Senão Se ValorEmReal <= 8.000,00 então
    Se MoedaEmEspecie então
    Início
        ValorDolar = 2,68;
        ValorIOF = 0,38%;
        ValorEmRealSemiOF = (ValorEmReal/ ValoDolar);
        ValorEmRealComIOF = ValorEmRealSemiOF -
                                (ValorEmRealSemiOF*0,38%);
    Fim
Senão
Início
    ValorDolar = 2,63;
    ValorIOF = 6,38%;
    ValorEmRealSemiOF = (ValorEmReal/ ValoDolar);
    ValorEmRealComIOF = ValorEmRealSemiOF -
                                (ValorEmRealSemiOF*6,38%);
Fim
Senão Se MoedaEmEspecie então
Início
    ValorDolar = 2,58;
    ValorIOF = 0,38%;
    ValorEmRealSemiOF = (ValorEmReal/ ValoDolar);
    ValorEmRealComIOF = ValorEmRealSemiOF -
                                (ValorEmRealSemiOF*0,38%);
Fim
Senão
Início
    ValorDolar = 2,53;
    ValorIOF = 6,38%;
    ValorEmRealSemiOF = (ValorEmReal/ ValoDolar);
    ValorEmRealComIOF = ValorEmRealSemiOF -
                                (ValorEmRealSemiOF*6,38%);
Fim
FimSe
    a) R$ 2413,79
    b) R$ 2446,81
    c) R$ 2307,54
    d) R$ 2602,01
    e) R$ 2491,79
    f) Não sei

```

10) A empresa “Empréstimo Total” trabalha com empréstimos consignados na folha de pagamento. Quanto menor o prazo de pagamento, menor os juros. Escreva um programa que receba um valor a ser emprestado e o número de meses em que a pessoa irá pagar e retorne o valor a ser pago, de acordo com os dados fornecidos pela tabela abaixo.

QUANTIDADE DE MESES	TAXA DE JUROS
3 meses	10% sobre o valor emprestado
6 meses	12% sobre o valor emprestado
9 meses	15% sobre o valor emprestado
12 meses	20% sobre o valor emprestado
Acima de 12 meses	25% sobre o valor emprestado

11) Dona Maria está fazendo um quitute delicioso. Ela tem que mexer na panela até que a massa comece a ferver, assim que ferver ela deve parar. Qual a estrutura de programação que melhor se adequaria a esta situação?

- a) laço/loop
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas
- f) Não sei

12) De acordo com o código abaixo, coloque V para verdadeiro e F para falso:

```
Program QuestaoX ;
var i: integer;
Begin
  i := 1;
  While (i < 100) do
    begin
      writeln(i);
      i := i + 3;
    end;
  End.
```

- (V) (F) 1 2 3 4 5 são os cinco primeiros números gerados pelo código
- (V) (F) 1 4 7 10 13 são os cinco primeiros números gerados pelo código
- (V) (F) 1 3 5 7 9 são os cinco primeiros números gerados pelo código
- (V) (F) 1 3 6 9 12 são os cinco primeiros números gerados pelo código
- (V) (F) 88 91 94 97 100 são os últimos números gerados pelo código
- (V) (F) 85 88 91 94 97 são os últimos cinco números gerados pelo código

13) Construa um programa que leia 10 números e exiba o somatório dos mesmos (use laço/loop).

14) Sendo $X = 3$ e $Y = 4$, qual o valor do Resultado Final?

$$\text{Resultado Final} = X^3 - Y^2 * 2 + 3 * X$$

- a) 165
- b) 4
- c) 2835
- d) 75
- e) -6
- f) Não sei

15) André ganha R\$ 3.500,00 de salário bruto. Paga 10% de INSS, que é descontado mensalmente do seu salário. Ao salário, já com desconto de INSS, André recebe R\$ 18,00 reais de ticket refeição por dia trabalhado e R\$ 8,00 de transporte também por dia trabalhado. Além disso, ele recebe um adicional de R\$ 25,00 ao salário por cada filho. Quanto André ganha?

Quais as fórmulas podem representar o salário de André?

Marque V para verdadeiro e F para falso

(V) (F) $\text{SalarioBruto} - \text{SalarioBruto} * 10\% + \text{DiasTrabalhados} * 18 + \text{DiasTrabalhados} * 8 + \text{QuantidadeFilho} * 25$

(V) (F) $((\text{SalarioBruto} - (\text{SalarioBruto} * 10\%)) + (\text{DiasTrabalhados} * 18) + (\text{DiasTrabalhados} * 8) + (\text{QuantidadeFilho} * 25))$

(V) (F) $((\text{SalarioBruto} - (\text{SalarioBruto} - 10\%)) + (\text{DiasTrabalhados} + 18) + (\text{DiasTrabalhados} + 8) + (\text{QuantidadeFilho} - 25))$

(V) (F) $((\text{SalarioBruto} - (\text{SalarioBruto} * 10\%)) + (\text{DiasTrabalhados} * 18 + (\text{DiasTrabalhados}) * (8 + \text{QuantidadeFilho} * 25))$

(V) (F) $((\text{SalarioBruto} - (\text{SalarioBruto} + 10\%)) + (\text{DiasTrabalhados} * 18) + (\text{DiasTrabalhados} + 8) + (\text{QuantidadeFilho} * 25))$

16) André ganha R\$ 3.500,00 de salário bruto. Paga 10% de INSS, que é descontado mensalmente do seu salário. Ao salário, já com desconto de INSS, André recebe R\$ 18,00 reais de ticket refeição por dia trabalhado e R\$ 8,00 de transporte também por dia trabalhado. Além disso, ele recebe um adicional de R\$ 25,00 ao salário por cada filho. Quanto André ganha?

Crie um programa que calcule o valor do salário líquido de André.

17) Em uma população de 50 mil habitantes da cidade de Itariró, 20% são desempregados. Dos desempregados, 70% são mulheres. Destas mulheres 95% tem filhos pequenos. Qual o conceito matemático predominante neste enunciado?

- a) vetores

- b) equações do primeiro grau
- c) razão e proporção
- d) percentuais
- e) criação de variáveis
- f) Não sei

18) Se 40% da população de uma cidade representa 5000 habitantes, então 60% representam quantos habitantes?

19) Em uma população de 50 mil habitantes da cidade de Itariró, 20% são desempregados. Dos desempregados, 70% são mulheres. Destas mulheres 95% tem filhos pequenos. Quantas são as desempregadas que não tem filhos pequenos?

20) Escreva um programa que receba o valor de um produto sem impostos e mostre quanto o consumidor paga por ele com os impostos. O produto é vendido ao consumidor final com 11% de ICMS mais 10% de IPI.

21) Que estrutura de programação está presente no código abaixo?

```
program ex3;
var
  m:array[1..4,1..4] of integer;
  pos1,pos2:integer;
begin
  writeln('Digite os valores');
  for pos1:=1 to 4 do
    for pos2:=1 to 4 do
      readln(m[pos1,pos2]);
  for pos2:=1 to 4 do
    for pos1:=1 to 4 do
      if pos1<>pos2
        then writeln(m[pos1,pos2]);
end.
```

- a) laço/loop
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas
- f) não sei

22) Qual a estrutura que você utilizaria para formar esta figura?

X	0	0	0	0	0	0	0
1	X	0	0	0	0	0	0
1	1	X	0	0	0	0	0
1	1	1	X	0	0	0	0
1	1	1	1	X	0	0	0
1	1	1	1	1	X	0	0
1	1	1	1	1	1	X	0

- a) laço
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas
- f) não sei

ALUNO: _____

DATA: _____

TURNO: _____ TURMA:

ONDA 06

- 1) Qual dos itens representa uma fórmula matemática?
 - a) 45
 - b) $a > b$
 - c) $x = 0$
 - d) Peso Médio = (Peso 1 + Peso 2 ++ Peso N) / N
 - e) O número atômico do cloro é igual a 17
 - f) Não sei
- 2) Sr. João está precisando de um aparelho médico e tem várias opções para comprar. Caso ele opte por comprar no Brasil, pagará R\$ 4.500,00. Ele também pode mandar buscar em Miami, através de mais duas maneiras. Caso ele tenha alguém para trazer, pagará U\$ 1.200,00 pelo aparelho e mais U\$ 35,00 para levar no hotel da pessoa, em Miami. Caso contrário, ele pagará os mesmos U\$ 1.200,00 pelo aparelho e mais U\$ 400,00 de taxa para que algum funcionário da empresa traga ou mande para o Brasil.

Coloque V ou F nas fórmulas matemáticas para compra do produto em Miami, caso opte por entrega no hotel

Caso Opte por entrega no Hotel, quais as fórmulas estariam corretas?
Marque V para verdadeiro e F para falso

- (V) (F) $\text{PrecoDolar} + \text{TaxaHotel} * \text{DolarDia}$
(V) (F) $\text{PrecoDolar} * (\text{DolarDia} + \text{TaxaHotel}) * \text{DolarDia}$
(V) (F) $\text{PrecoDolar} * \text{DolarDia} + \text{TaxaHotel} * \text{DolarDia}$
(V) (F) $\text{PrecoDolar} + (\text{TaxaHotel} * \text{DolarDia})$
(V) (F) $(\text{PrecoDolar} * \text{DolarDia}) + (\text{TaxaHotel} * \text{DolarDia})$
(V) (F) $\text{TaxaHotel} + (\text{PrecoDolar} * \text{DolarDia})$

- 3) Complete a sequência:

2 – 8 – 32 – ? - ?

- a) 96 - 288
- b) 128 - 512
- c) 64 - 96
- d) 130 - 514
- e) 126 – 510
- f) Não sei

- 4) A empresa “Empréstimo Total” trabalha com empréstimos consignados na folha de pagamento. Quanto menor o prazo de pagamento, menor os juros. Escreva um programa que receba um valor a ser emprestado e o número de meses em que a pessoa irá pagar e retorne o valor a ser pago, de acordo com os dados fornecidos pela tabela abaixo.

QUANTIDADE DE MESES	TAXA DE JUROS
3 meses	10% sobre o valor emprestado
6 meses	12% sobre o valor emprestado
9 meses	15% sobre o valor emprestado
12 meses	20% sobre o valor emprestado
Acima de 12 meses	25% sobre o valor emprestado

- 5) Considere que o número de uma placa de veículo é composto por quatro algarismos. Digamos que eu queira apresentar separadamente cada algarismo, correspondente à casa das unidades, dezena, centena e milhar. Que estrutura de programação melhor se adequaria para fazer isto?
- laço
 - estrutura de decisão
 - matrizes bidimensionais
 - matrizes unidimensionais
 - múltiplas variáveis numéricas
 - Não sei
- 6) Dada a seguinte entrada para o programa abaixo, marque verdadeiro ou falso nas afirmativas, que representam a **saída** do programa.

Entrada: 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21

```
program construirvetor;
var
    teste1, teste2 : array [ 1..10] of integer;
    i : integer;
begin
    for i := 1 to 10 do
        read(teste1[ i ]);
    for i := 1 to 10 do
        if (i mod 2 = 0) then
            teste2[ i ] := teste1[ i ] * 5
        else
            teste2[ i ] := teste1[ i ] + 5;
    for i := 1 to 10 do
        writeln(teste1[ i ], ', ', teste2[ i ]);
    readln;
end.
```

(V) (F)	(V) (F)	(V) (F)
12, 14	12, 17	12, 60
13, 15	13, 18	13, 18
14, 16	14, 19	14, 70
15, 17	15, 20	15, 20
16, 18	16, 21	16, 80
17, 19	17, 22	17, 22
18, 20	18, 23	18, 90
19, 21	19, 24	19, 24
20, 22	20, 25	20, 100
21, 23	21, 26	21, 26
(V) (F)	(V) (F)	(V) (F)
12 17	12, 60	12, 17
13 65	13, 65	13, 19
14 19	14, 70	14, 21
15 75	15, 75	15, 23
16 21	16, 80	16, 25
17 85	17, 85	17, 27
18 23	18, 90	18, 29
19 95	19, 95	19, 31
20 25	20, 100	20, 33
21 105	21, 105	21, 35
Não Sei		

- 7) Que estrutura de programação está presente, **em negrito**, no código abaixo?

```

program vet_soma;
var
  v: array [1..5] of integer;
  soma, cont:integer;
begin
  soma:=0;
  writeln('digite os 5 valores');
  for cont:=1 to 5 do
    readln(v[cont]);
  for cont:=1 to 5 do
    soma:=soma + v[cont];

```

```

writeln('Soma=', soma);
end.

```

- a) Laço e, consequentemente, estruturas de decisão
- b) estrutura de decisão e, consequentemente, matrizes bidimensionais
- c) múltiplas variáveis numéricas e, consequentemente, matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais e, consequentemente, laço
- e) múltiplas variáveis numéricas e, consequentemente, estruturas de decisão
- f) Não sei

8) Qual o valor de X?

$$\frac{75}{5} = \frac{120}{X}$$

- a) 25
- b) 16
- c) 8
- d) 1800
- e) 32
- f) Não sei

9) Para diluir 72 gramas de corante é preciso 1605 litros de agua. Quantas gramas de corante 462240 litros de agua diluiria?

10) Para lavar 7 kilos de roupa são necessários 30 litros de água. Escreva um programa que pergunte quantos kilos de roupa a pessoa deseja lavar e informe a quantidade de água necessária.

11) Um americano, um francês e um britânico sentaram na mesa de um bar no Rio de Janeiro. Comeram, beberam, e na hora de pagar lembraram que não tinha a moeda Real em espécie. O americano tinha dólares americanos, o francês tinha euros e o britânico tinha libras esterlinas. A única certeza é que os três iriam rachar a conta em três partes iguais, mas cada um iria pagar com sua moeda local. A conta total deu 300 reais, logo, cada um pagou o equivalente a 100 reais em sua moeda local. Quanto cada um pagou? Considere que naquele dia, um Dolar valia R\$ 2,30, um Euro valia R\$ 3,40 e uma libra valia R\$ 3,60.

Explicita as fórmulas.

12) Um americano, um francês e um britânico sentaram na mesa de um bar no Rio de Janeiro. Comeram, beberam, e na hora de pagar lembraram que não tinha a moeda Real em espécie. O americano tinha dólares americanos, o francês tinha euros e o britânico tinha libras esterlinas. A única certeza é que os três iriam rachar a conta em três partes iguais, mas cada um iria pagar com sua moeda local. A conta total deu 300 reais, logo, cada um pagou o equivalente a 100 reais em sua moeda local. Quanto cada um pagou?

Crie um algoritmo que calcule quanto cada um gastou, pegando como entrada a cotação do dia de cada moeda. Por exemplo, imagine que no dia um Dolar valia R\$ 2,30, um Euro valia R\$ 3,40 e uma libra valia R\$ 3,60 (mas este valor poderá variar, e tem que ser informado pelo usuário do programa).

13) Carlos deixou o emprego para estudar para concurso público. Atualmente ele cuida da casa, cozinha, cuida das crianças e somente a sua esposa trabalha. Ele decidiu que enquanto não passar, vai continuar estudando duro. Qual a estrutura de programação que representa a decisão de Carlos com relação aos estudos?

- a) laço – estrutura de repetição
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas
- f) não sei

14) O código abaixo implementa que estrutura de programação?

```
Program QuestaoY ;
var i: integer;
Begin
  i := 30;

  While (i > 3) do
    begin
      writeln(i);
      i := i - 3;
    end;
End.
```

- a) laço – estrutura de repetição
- b) estrutura de decisão

- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas
- f) Não sei

15) De acordo com o código abaixo, coloque V para verdadeiro e F para falso:

```
Program QuestaoY ;
var i: integer;
Begin
i := 30;

While (i > 3) do
begin
    writeln(i);
    i:= i - 3;
end;
End.
```

- (V) (F) 30 29 28 27 26 são os cinco primeiros números gerados pelo código
- (V) (F) 30 27 24 21 18 são os cinco primeiros números gerados pelo código
- (V) (F) 1 4 7 10 13 são os últimos cinco números gerados pelo código
- (V) (F) 3 6 9 12 15 são os últimos cinco números gerados pelo código
- (V) (F) 6 9 12 15 18 são os últimos cinco números gerados pelo código

16) Construa um programa que leia 10 números e exiba o somatório dos mesmos (use laço).

17) Observe o código abaixo e marque o que significa a parte em **negrito e sublinhada**.

```
Program QuestaoX ;
var i: integer;

begin
i := 1;

while (i < 100) do
begin
if (i mod 4 = 0) then
begin
    writeln(i);
end;
    i:= i + 3;
end
end.
```

- a) laço – estrutura de repetição
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas
- f) Não sei

18) Thiago tinha um celular com 3 chips: Claro (chip 1), Tim (chip 2) e Oi (chip 3). Ao colocar o nome dos amigos na agenda, ele sempre colocava a operadora junto ao nome (ex: André Ifba Oi, Manuela Clube Tim, José Rua Claro). Qual a estrutura de programação que você usaria para escolher o chip a ser utilizado por Thiago a depender da operadora do amigo?

- a) Laço
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas
- f) Não sei

19) Quais os descontos obtidos se Maria comprou 130 reais de picanha, 72 reais em copos descartáveis e 69 reais em filet mignon?

Se ((ValorCompra > 100) e (CategoriaProduto = "Perecível")) Então
Desconto = 20%

Senão Se (ValorCompra > 100) e (CategoriaProduto = "NãoPerecível") Então
Desconto = 15%

Senão Se (ValorCompra > 80) e (CategoriaProduto = "Perecível") Então
Desconto = 18%

Senão Se (ValorCompra > 80) e (CategoriaProduto = "NãoPerecível") Então
Desconto = 13%

Senão Se (ValorCompra > 70) e (CategoriaProduto = "Perecível") Então
Desconto = 16%

Senão Se (ValorCompra > 70) e (CategoriaProduto = "NãoPerecível") Então
Desconto = 11%

Senão

Desconto = 0%

- a) 15%, 11%, 0%
- b) 20%, 16%, 11%
- c) 20%, 11%, 0%
- d) 20%, 11%, 16%
- e) 16%, 13%, 0%
- f) Não sei

ALUNO: _____

DATA: _____

TURNO: _____ TURMA:

ONDA 07

1) O código abaixo implementa que estrutura de programação?

```
Program QuestaoX ;
var i: integer;
Begin
  i := 1;
  While (i < 100) do
    begin
      writeln(i);
      i:= i + 3;
    end;
    readln();
End.
```

- a) laço – estrutura de repetição
 - b) estrutura de decisão
 - c) matrizes bidimensionais
 - d) matrizes unidimensionais
 - e) múltiplas variáveis numéricas
 - f) não sei
- 2) Dona Maria está fazendo um quitute delicioso. Ela tem que mexer na panela até que a massa comece a ferver, assim que ferver ela deve parar. Qual a estrutura de programação que melhor se adequaria a esta situação?
- a) laço – estrutura de repetição
 - b) estrutura de decisão
 - c) matrizes bidimensionais
 - d) matrizes unidimensionais
 - e) múltiplas variáveis numéricas
 - f) não sei
- 3) De acordo com o código abaixo, coloque V para verdadeiro e F para falso:

```
Program QuestaoX ;
var i: integer;
Begin
  i := 1;
```

```
While (i < 100) do
begin
  writeln(i);
  i:= i + 3;
end;
End.
```

- (V) (F) 1 2 3 4 5 são os cinco primeiros números gerados pelo código
(V) (F) 1 4 7 10 13 são os cinco primeiros números gerados pelo código
(V) (F) 1 3 5 7 9 são os cinco primeiros números gerados pelo código
(V) (F) 1 3 6 9 12 são os cinco primeiros números gerados pelo código
(V) (F) 88 91 94 97 100 são os últimos números gerados pelo código
(V) (F) 85 88 91 94 97 são os últimos cinco números gerados pelo código

- 4) Construa um programa que leia 10 caracteres os mostre separados apenas por um espaço (use laço)
- 5) Construa um programa que leia 10 números e exiba o somatório dos mesmos (use laço).
- 6) Se 40% da população de uma cidade representa 20000 habitantes, então 70% representam quantos habitantes?
- 7) Em uma população de 50 mil habitantes da cidade de Aguas do Barranco, 30% são desempregados. Dos desempregados, 75% são mulheres. Destas mulheres 90% tem em idade escolar. Quantas são as desempregadas que não tem filhos em idade escolar?
- 8) Escreva um programa que receba o valor de um produto sem impostos e mostre quanto o consumidor paga por ele com os impostos. O produto é vendido ao consumidor final com 11% de ICMS mais 10% de IPI.
- 9) Que estrutura de programação está presente no código abaixo?

```

program ex3;
var
  m:array[1..4,1..4] of integer;
  posl, posc:integer;
Begin
  writeln('Digite os valores');
  for posl:=1 to 4 do
    for posc:=1 to 4 do
      readln(m[posl,posc]);
  for posc:=1 to 4 do
    for posl:=1 to 4 do
      if posl<>posc
        then writeln(m[posl,posc]);
end.

```

- a) laço – estrutura de repetição
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas
- f) não sei

10) Qual a estrutura que você utilizaria para formar esta figura?

X	0	0	0	0	0	0
1	X	0	0	0	0	0
1	1	X	0	0	0	0
1	1	1	X	0	0	0
1	1	1	1	X	0	0
1	1	1	1	1	X	0
1	1	1	1	1	1	X

- a) laço – estrutura de repetição
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas
- f) não sei

11) Qual a fórmula que você utilizaria para formar esta figura?

X	0	0	0	0	0	0	0
1	X	0	0	0	0	0	0
1	1	X	0	0	0	0	0
1	1	1	X	0	0	0	0
1	1	1	1	X	0	0	0
1	1	1	1	1	X	0	0
1	1	1	1	1	1	X	0

- a) Quando $i > j \rightarrow X$, $i < j \rightarrow 0$, $i = j \rightarrow 1$
- b) Quando $i < j \rightarrow X$, $i > j \rightarrow 0$, $i = j \rightarrow 1$
- c) Quando $i = j \rightarrow X$, $i < j \rightarrow 0$, $i > j \rightarrow 1$
- d) Quando $i > j \rightarrow 0$, $i < j \rightarrow 1$, $i = j \rightarrow X$
- e) Quando $i = j \rightarrow X$, $i > j \rightarrow 0$, $i < j \rightarrow 1$
- f) Não sei

12) Qual dos itens representa uma fórmula matemática?

- a) 45
- b) $a > b$
- c) $x = 0$
- d) Peso Médio = $(\text{Peso 1} + \text{Peso 2} + \dots + \text{Peso N}) / N$
- e) O número atômico do cloro é igual a 17
- f) Não sei

13) Sendo $X = 2$ e $Y = 3$, qual o valor do Resultado Final?

$$\text{Resultado Final} = X * Y - 4 + 20 * X^2$$

- a) -72
- b) 152
- c) 82
- d) -40
- e) 78
- f) não sei

14) André ganha R\$ 3.500,00 de salário bruto. Paga 10% de INSS, que é descontado mensalmente do seu salário. Ao salário, já com desconto de INSS, André recebe R\$ 18,00 reais de ticket refeição por dia trabalhado e R\$ 8,00 de transporte também por dia trabalhado. Além disso, ele recebe um adicional de R\$ 25,00 ao salário por cada filho. Quanto André ganha?

Quais as fórmulas podem representar o salário de André?
Marque V para verdadeiro e F para falso

(V) (F) $\text{SalarioBruto} - \text{SalarioBruto} * 10\% + \text{DiasTrabalhados} * 18 + \text{DiasTrabalhados} * 8 + \text{QuantidadeFilho} * 25$

(V) (F) $((\text{SalarioBruto} - (\text{SalarioBruto} * 10\%)) + (\text{DiasTrabalhados} * 18) + (\text{DiasTrabalhados} * 8) + (\text{QuantidadeFilho} * 25))$

(V) (F) $((\text{SalarioBruto} - (\text{SalarioBruto} - 10\%)) + (\text{DiasTrabalhados} + 18) + (\text{DiasTrabalhados} + 8) + (\text{QuantidadeFilho} - 25))$

(V) (F) $((\text{SalarioBruto} - (\text{SalarioBruto} * 10\%)) + (\text{DiasTrabalhados} * 18 + (\text{DiasTrabalhados} * 8 + \text{QuantidadeFilho} * 25)))$

(V) (F) $((\text{SalarioBruto} - (\text{SalarioBruto} + 10\%)) + (\text{DiasTrabalhados} * 18) + (\text{DiasTrabalhados} + 8) + (\text{QuantidadeFilho} * 25))$

15) André ganha R\$ 3.500,00 de salário bruto. Paga 10% de INSS, que é descontado mensalmente do seu salário. Ao salário, já com desconto de INSS, André recebe R\$ 18,00 reais de ticket refeição por dia trabalhado e R\$ 8,00 de transporte também por dia trabalhado. Além disso, ele recebe um adicional de R\$ 25,00 ao salário por cada filho. Quanto André ganha?

Crie um programa que calcule o valor do salário líquido de André.

16) Qual dos itens abaixo representa um padrão de comportamento?

- a) 1 – 57 – 89 – 20 – 3
- b) 30 – 43 – 12 – 89 – 20
- c) 2 – 4 – 6 – 8 – 12
- d) 3 – 6 – 9 – 12 – 15
- e) 10 – 20 – 40 – 60 – 80
- f) não sei

17) Qual a fórmula que representa o seguinte padrão de comportamento?

$$5 - 30 - 155 - 780 - 3905$$

- a) $5X + 5$
- b) $5(X-1)$
- c) $5X - 1 + 5$
- d) $5X - 1$
- e) $5(X-1) + 5$
- f) não sei

18) Complete a sequência:

$$3 - 11 - 27 - ? - ?$$

- a) $54 - 108$
- b) $49 - 93$
- c) $60 - 124$
- d) $55 - 109$
- e) $59 - 123$
- f) não sei

19) Crie um algoritmo que construa a sequência seguinte:

$$3 - 16 - 29 - 42 - 55$$

ALUNO: _____

DATA: _____

TURNO: _____ TURMA:

ONDA 08

1) O código abaixo implementa que estrutura de programação?

```
Program QuestaoX ;  
var i: integer;  
Begin  
i := 1;  
While (i < 100) do  
begin  
    writeln(i);  
    i:= i + 3;  
end;  
readln();  
End.
```

- a) laço / loop / estrutura de repetição
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas
- f) não sei

2) Qual a melhor estrutura para ler 10 números e informar o somatório dos mesmos?

- a) laço / loop / estrutura de repetição
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas
- f) não sei

3) De acordo com o código abaixo, coloque V para verdadeiro e F para falso:

```
Program QuestaoX ;  
var i: integer;  
Begin  
i := 1;  
While (i < 160) do  
begin  
    writeln(i);  
    i:= i + 4;  
end;  
End.
```

(V) (F) 1 4 8 12 16 são os cinco primeiros números gerados pelo código
(V) (F) 1 5 9 13 17 são os cinco primeiros números gerados pelo código
(V) (F) 1 4 9 14 19 são os cinco primeiros números gerados pelo código
(V) (F) 142 146 150 152 156 são os cinco últimos números gerados pelo código
(V) (F) 141 145 149 153 157 são os cinco últimos números gerados pelo código
(V) (F) 144 148 152 156 160 são os cinco últimos números gerados pelo código

- 4) Construa um programa que leia 10 números e exiba o somatório dos mesmos (use laço).
- 5) Observe o código abaixo e marque o que significa a parte em **negrito e sublinhada**.

Program QuestaoX ;

var i: integer;

```
begin
  i := 1;

  while (i < 100) do
  begin
    if (i mod 4 = 0) then
    begin
      writeln(i);
    end;
    i := i + 3;
  end
end.
```

- a) laço / loop / estrutura de decisão
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas
- f) não sei

- 6) Qual a estrutura de programação que você usaria para resolver a situação abaixo?

“Pedro não sabe ainda o que vai fazer durante as férias. Caso tenha dinheiro, viajará, caso contrário, ficará em casa. Caso possa viajar e faça sol, irá para a chapada diamantina, caso faça frio, irá para Gramado”

- a) laço / loop / estrutura de decisão
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas
- f) não sei

- 7) João vai com sua esposa ao complexo sauípe e fica com dois filhos menores de 12 anos em uma suíte Casal Luxo. Quanto João pagou?

Se (TipoQuarto = "solteiro") Então

 Diária = 130;

Senão Se (TipoQuarto = "casal ") Então

 Se (ModeloQuarto = "Standart") Então

 Se (NumeroCriancas = 0) Então

 Diária = 180;

 Senão Se (NumeroCriancas = 1) Então

 Diária = 200;

 Senão Se (NumeroCriancas = 2) Então

 Diária = 220;

 Fim Se

 Fim Se;

 Se (ModeloQuarto = "Luxo") Então

 Se (NumeroCriancas = 0) Então

 Diária = 230;

 Senão Se (NumeroCriancas = 1) Então

 Diária = 250;

 Senão Se (NumeroCriancas = 2) Então

 Diária = 270;

 Fim Se

 Fim Se;

 Se (ModeloQuarto = "Premium") Então

 Se (NumeroCriancas = 0) Então

 Diária = 260;

 Senão Se (NumeroCriancas = 1) Então

 Diária = 290;

 Senão Se (NumeroCriancas <= 2) Então

 Diária = 310;

 Fim Se

 Fim Se;

Fim Se

- a) 220
- b) 270
- c) 310
- d) 200
- e) 290
- f) não sei

- 8) Escreva um programa que leia um número e teste se é divisível por 12. Caso sim, escreva a mensagem “O número é divisível por 12”, e caso contrário, escreva a mensagem de que o número não é divisível por 12.
- 9) Que estrutura de programação está presente no código abaixo?

```
program vet_soma;
var
  v: array [1..5] of integer;
  soma, cont:integer;
begin
  soma:=0;
  writeln('digite os 5 valores');
  for cont:=1 to 5 do
    readln(v[cont]);
  for cont:=1 to 5 do
    soma:=soma + v[cont];
  writeln('Soma=',soma);
end.
```

- a) laço / loop / estrutura de decisão
 b) estrutura de decisão
 c) matrizes bidimensionais
 d) matrizes unidimensionais
 e) múltiplas variáveis numéricas
 f) não sei
- 10) Considere que o número de uma placa de veículo é composto por quatro algarismos. Digamos que eu queira apresentar separadamente cada algarismo, correspondente à casa das unidades, dezena, centena e milhar. Que estrutura de programação melhor se adequaria?
- a) laço / loop / estrutura de decisão
 b) estrutura de decisão
 c) matrizes bidimensionais
 d) matrizes unidimensionais
 e) múltiplas variáveis numéricas
 f) Não sei

11) Dada a seguinte entrada para o programa abaixo, marque verdadeiro ou falso nas afirmativas.

Entrada: 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21

```
program construirvetor;
var
    teste1, teste2 : array [ 1..10] of integer;
    i : integer;
begin
    for i := 1 to 10 do
        read(teste1[ i ]);
    for i := 1 to 10 do
        if (i mod 2 = 0) then
            teste2[ i ] := teste1[ i ] * 5
        else
            teste2[ i ] := teste1[ i ] + 5;
    for i := 1 to 10 do
        writeln(teste1[ i ], ', ', teste2[ i ]);
    readln;
end.
```

- (V) (F) 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23
(V) (F) 17 18 19 20 21 22 23 24 26 26
(V) (F) 60 18 70 20 80 22 90 24 100 26
(V) (F) 17 65 19 75 21 85 23 95 25 105
(V) (F) 60 65 70 75 80 85 90 100 105 110
(V) (F) 17 19 21 23 25 27 29 31 33 35

12) Considere que o número de uma placa de veículo é composto por quatro algarismos. Construa um programa que leia este número e apresente separadamente o algarismo correspondente à casa das unidades, dezena, centena e milhar.

13) Que estrutura de programação está presente no código abaixo?

```
program ex3;
var
    m:array[1..4,1..4] of integer;
    posl, posc:integer;
begin
    writeln('Digite os valores');
    for posl:=1 to 4 do
        for posc:=1 to 4 do
            readln(m[posl, posc]);
    for posc:=1 to 4 do
        for posl:=1 to 4 do
            if posl<>posc
                then writeln(m[posl, posc]);
end.
```

- a) laço / loop / estrutura de decisão
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas
- f) não sei

14) Qual a estrutura que você utilizaria para formar esta figura?

Bege	Branco	Bege	Branco	Bege	Branco
Bege	Branco	Bege	Branco	Bege	Branco
Bege	Branco	Bege	Branco	Bege	Branco
Bege	Branco	Bege	Branco	Bege	Branco
Bege	Branco	Bege	Branco	Bege	Branco
Bege	Branco	Bege	Branco	Bege	Branco

- a) laço / loop / estrutura de decisão
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas
- f) não sei

15) Qual a fórmula que você utilizaria para formar esta figura?

Bege	Branco	Bege	Branco	Bege	Branco
Bege	Branco	Bege	Branco	Bege	Branco
Bege	Branco	Bege	Branco	Bege	Branco
Bege	Branco	Bege	Branco	Bege	Branco
Bege	Branco	Bege	Branco	Bege	Branco
Bege	Branco	Bege	Branco	Bege	Branco

- a) Se $((i \div 2) = 0) \text{ e } ((j \div 2) \neq 0)$ ou $((i \div 2) \neq 0) \text{ e } ((j \div 2) = 0)$ \rightarrow Bege
Senão \rightarrow Branco
- b) Se $((i \div 2) \neq 0) \text{ e } ((j \div 2) = 0)$ ou $((i \div 2) = 0) \text{ e } ((j \div 2) \neq 0)$ \rightarrow Branco
Senão \rightarrow Bege
- c) Se $((i \div 2) \neq 0) \text{ e } ((j \div 2) = 0)$ e $((i \div 2) = 0) \text{ e } ((j \div 2) \neq 0)$ \rightarrow Branco
Senão \rightarrow Bege
- d) Se $((i \div 2) \neq 0) \text{ e } ((j \div 2) \neq 0)$ ou $((i \div 2) = 0) \text{ e } ((j \div 2) = 0)$ \rightarrow Bege
Senão \rightarrow Branco
- e) Se $((i \div 2) \neq 0) \text{ e } ((j \div 2) \neq 0)$ ou $((i \div 2) = 0) \text{ e } ((j \div 2) = 0)$ \rightarrow Branco
Senão \rightarrow Bege

16) Crie o algoritmo que represente esta figura.

X	0	0	0	0	0	0	0
1	X	0	0	0	0	0	0
1	1	X	0	0	0	0	0
1	1	1	X	0	0	0	0
1	1	1	1	X	0	0	0
1	1	1	1	1	X	0	0
1	1	1	1	1	1	X	0

17) José lava 23 panelas em 2 horas. Para lavar 368 panelas, José precisaria de quantas horas?

18) Para lavar 7 kilos de roupa são necessários 30 litros de água. Escreva um programa que pergunte quantos kilos de roupa a pessoa deseja lavar e informe a quantidade de água necessária

19) O que o item abaixo representa?

Se U\$ 1,00 = R\$ 2,30, então U\$ 23,00 = 52,90

- a) fórmula matemática
- b) variáveis booleanas
- c) conversão de moedas
- d) equação do 1º grau
- e) matrizes
- f) não sei

20) Se com 100 euros eu comprei 88 libras esterlinas, logo com 350 euros comprarei quantas libras esterlinas?

21) Marina viajou para Londres e levou Euros para gastar no Free Shop e Libras Esterlinas para gastar em Londres. No Free Shop ela gastou 150 Euros. Na viagem de Londres ela gastou ao todo 2700 libras esterlinas. Se ela comprou Euro a R\$ 3,60 reais e Libras Esterlinas a R\$ 4,90, quanto ela gastou em reais?

22) Faça um programa para receber um valores em Dólares, Euros e Libras Esterlinas e calcule quanto vale a soma de todos em Real. O programa deve pedir para o usuário colocar valores nas 3 diferentes moedas e calcular o total em Real. Considere o Dólar a R\$ 3,00, o Euro a R\$ 3,60 e a Libra a R\$ 4,90.

ALUNO: _____

DATA: _____

TURNO: _____ TURMA:

ONDA 09

- 1) O código abaixo implementa que estrutura de programação?

```
Program QuestaoY ;
var i: integer;
Begin
  i := 30;
```

```
  While (i > 3) do
    begin
      writeln(i);
      i:= i - 3;
    end;
End.
```

- a) laço / loop / estrutura de repetição
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas
- f) não sei

- 2) Dada a seguinte entrada para o programa abaixo, marque a afirmativa verdadeira.

Entrada: 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21

```
program construirvetor;
var
  teste1, teste2 : array [ 1..10] of integer;
  i : integer;
begin
  for i := 1 to 10 do
    read(teste1[ i ]);
  for i := 1 to 10 do
    if (i mod 2 = 0) then
      teste2[ i ] := teste1[ i ] * 5
    else
      teste2[ i ] := teste1[ i ] + 5;
  for i := 1 to 10 do
    writeln(teste1[ i ], ', ', teste2[ i ]);
  readln;
end.
```

- a) 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23
- b) 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26
- c) 60 18 70 20 80 22 90 24 100 26
- d) 17 65 19 75 21 85 23 95 25 105
- e) 60 65 70 75 80 85 90 100 105
- f) 17 19 21 23 25 27 29 31 33 35
- g) não sei

- 3) Que estrutura de programação está presente, **em negrito**, no código abaixo?

```

program vet_soma;
var
  v: array [1..5] of integer;
  soma,cont:integer;
begin
  soma:=0;
  writeln('digite os 5 valores');
  for cont:=1 to 5 do
    readln(v[cont]);
  for cont:=1 to 5 do
    soma:=soma + v[cont];
  writeln('Soma=',soma);
end.

```

- a) laço / loop / estrutura de repetição
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas
- f) não sei

- 4) Qual a estrutura de programação que você usaria para resolver a situação abaixo?

“Pedro não sabe ainda o que vai fazer durante as férias. Caso tenha dinheiro, viajará, caso contrário, ficará em casa. Caso possa viajar e faça sol, irá para a chapada diamantina, caso faça frio, irá para Gramado”

- a) laço / loop / estrutura de repetição
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas
- f) não sei

- 5) Escreva um programa que leia o salário bruto de um funcionário e calcule o seu imposto de renda de acordo com a tabela abaixo:

SALÁRIO BRUTO	IMPOSTO DE RENDA
ATÉ R\$ 1.200,00	Isento de imposto
DE R\$ 1.201,00 A R\$ 2.000,00	15% de imposto sobre o salário
DE R\$ 2.001,00 A R\$ 3.500,00	20% de imposto sobre o salário
ACIMA DE R\$ 3.501,00	25% de imposto sobre o salário

- 6) José lava 23 panelas em 2 horas. Para lavar 368 panelas, José precisaria de quantas horas?
- 7) Em uma população de 50 mil habitantes da cidade de Aguas do Barranco, 30% são desempregados. Dos desempregados, 75% são mulheres. Destas mulheres, 90% tem filhos em idade escolar. Quantas são as desempregadas que não tem filhos em idade escolar?
- 8) Considere que o número de uma placa de veículo é composto por quatro algarismos. Digamos que eu queira apresentar separadamente cada algarismo, correspondente à casa das unidades, dezena, centena e milhar. Que estrutura de programação melhor se adequaria?
- a) laço / loop / estrutura de repetição
 - b) estrutura de decisão
 - c) matrizes bidimensionais
 - d) matrizes unidimensionais
 - e) múltiplas variáveis numéricas
 - f) não sei
- 9) De acordo com o código abaixo, coloque V para verdadeiro e F para falso:

```
Program QuestaoX ;
var i: integer;
Begin
  i := 1;
  While (i < 100) do
    begin
```

```

writeln(i);
i := i + 4;
end;
End.

```

- (V) (F) 1 4 7 9 11 são os cinco primeiros números gerados pelo código
 (V) (F) 1 5 9 12 15 são os cinco primeiros números gerados pelo código
 (V) (F) 1 5 9 13 17 são os cinco primeiros números gerados pelo código
 (V) (F) 81 85 89 93 97 são os cinco últimos números gerados pelo código
 (V) (F) 87 90 93 96 99 são os cinco últimos números gerados pelo código

10) Construa um programa que leia 10 números e exiba o somatório dos mesmos (use laço).

11) Qual a estrutura de programação predominante no código abaixo?

```

if (((i / 3) = 0) and ((i / 4) = 0)) then
begin
  writeln('i é divisível por 12');
end
else if (((i / 3) = 0)) then
begin
  writeln('i é divisível por 3');
end
else if (((i / 4) = 0)) then
begin
  writeln('i é divisível por 4');
end

```

- a) laço / loop / estrutura de repetição
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas
- f) não sei

12) Dona Maria está fazendo um quitute delicioso. Ela tem que mexer na panela até que a massa comece a ferver, assim que ferver ela deve parar. Qual a estrutura de programação que melhor se adequaria a esta situação?

- a) laço / loop / estrutura de repetição
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas
- f) não sei

13) Considere que o número de uma placa de veículo é composto por quatro algarismos. Construa um programa que leia este número e apresente separadamente o algarismo correspondente à casa das unidades, dezena, centena e milhar.

14) João vai com sua esposa ao complexo sauípe e fica com dois filhos menores de 12 anos em uma suíte Casal Luxo. Quanto João pagou?

```
Se (TipoQuarto = "solteiro") Então
    Diária = 130;
Senão Se (TipoQuarto = "casal ") Então
    Se (ModeloQuarto = "Standart") Então
        Se (NumeroCriancas = 0) Então
            Diária = 180;
        Senão Se (NumeroCriancas = 1) Então
            Diária = 200;
        Senão Se (NumeroCriancas = 2) Então
            Diária = 220;
    Fim Se
Fim Se;
Se (ModeloQuarto = "Luxo") Então
    Se (NumeroCriancas = 0) Então
        Diária = 230;
    Senão Se (NumeroCriancas = 1) Então
        Diária = 250;
    Senão Se (NumeroCriancas = 2) Então
        Diária = 270;
    Fim Se
Fim Se;
Se (ModeloQuarto = "Premium") Então
    Se (NumeroCriancas = 0) Então
        Diária = 260;
    Senão Se (NumeroCriancas = 1) Então
        Diária = 290;
    Senão Se (NumeroCriancas <= 2) Então
        Diária = 310;
    Fim Se
Fim Se;
Fim Se
```

Fim Se

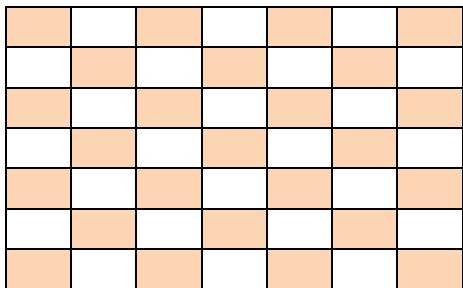
- a) 220
- b) 270
- c) 310
- d) 200
- e) 290
- f) não sei

15) Que estrutura de programação está presente no código abaixo?

```
program ex3;
var
  m:array[1..4,1..4] of integer;
  posl, posc:integer;
begin
  writeln('Digite os valores');
  for posl:=1 to 4 do
    for posc:=1 to 4 do
      readln(m[posl,posc]);
  for posc:=1 to 4 do
    for posl:=1 to 4 do
      if posl<>posc
        then writeln(m[posl,posc]);
end.
```

- a) laço / loop / estrutura de repetição
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas
- f) não sei

16) Qual a estrutura que você utilizaria para formar esta figura?



- a) laço / loop / estrutura de repetição
- b) estrutura de decisão
- c) matrizes bidimensionais
- d) matrizes unidimensionais
- e) múltiplas variáveis numéricas
- f) não sei

17) Qual a fórmula que você utilizaria para formar esta figura?

X	0	0	0	0	0	0
1	X	0	0	0	0	0
1	1	X	0	0	0	0
1	1	1	X	0	0	0
1	1	1	1	X	0	0
1	1	1	1	1	X	0
1	1	1	1	1	1	X

- a) Quando $i > j \rightarrow X$, $i < j \rightarrow 0$, $i = j \rightarrow 1$
- b) Quando $i < j \rightarrow X$, $i > j \rightarrow 0$, $i = j \rightarrow 1$
- c) Quando $i = j \rightarrow X$, $i < j \rightarrow 0$, $i > j \rightarrow 1$
- d) Quando $i > j \rightarrow 0$, $i < j \rightarrow 1$, $i = j \rightarrow X$
- e) Quando $i = j \rightarrow X$, $i > j \rightarrow 0$, $i < j \rightarrow 1$

18) Crie o algoritmo que represente esta figura.

X	0	0	0	0	0	0
1	X	0	0	0	0	0
1	1	X	0	0	0	0
1	1	1	X	0	0	0
1	1	1	1	X	0	0
1	1	1	1	1	X	0
1	1	1	1	1	1	X

19) André ganha R\$ 3.500,00 de salário bruto. Paga 10% de INSS, que é descontado mensalmente do seu salário. Ao salário, já com desconto de INSS, André recebe R\$ 18,00 reais de ticket refeição por dia trabalhado e R\$ 8,00 de transporte também por dia trabalhado. Além disso, ele recebe um adicional de R\$ 25,00 ao salário por cada filho. Quanto André ganha?

Quais as fórmulas podem representar o salário de André?
Marque V para verdadeiro e F para falso

(V) (F) SalarioBruto – SalarioBruto * 10% + DiasTrabalhados * 18 + DiasTrabalhados * 8 + QuantidadeFilho * 25

(V) (F) ((SalarioBruto – (SalarioBruto * 10%)) + (DiasTrabalhados * 18) + (DiasTrabalhados * 8) + (QuantidadeFilho * 25))

(V) (F) ((SalarioBruto – (SalarioBruto -10%)) + (DiasTrabalhados + 18) + (DiasTrabalhados + 8) + (QuantidadeFilho - 25))

(V) (F) ((SalarioBruto – (SalarioBruto * 10%)) + (DiasTrabalhados * 18 + (DiasTrabalhados) * (8 + QuantidadeFilho * 25))

(V) (F) ((SalarioBruto – (SalarioBruto + 10%)) + (DiasTrabalhados*18) + (DiasTrabalhados + 8) + (QuantidadeFilho * 25))

20) Complete a sequência:

3 – 12 – 39 – ? - ?

- a) 116 - 350
- b) 117 - 351
- c) 120 - 360
- d) 120 - 363
- e) 118 - 352

Apêndice 5 – Gráficos da Análise dos Componentes Principais (PCA)

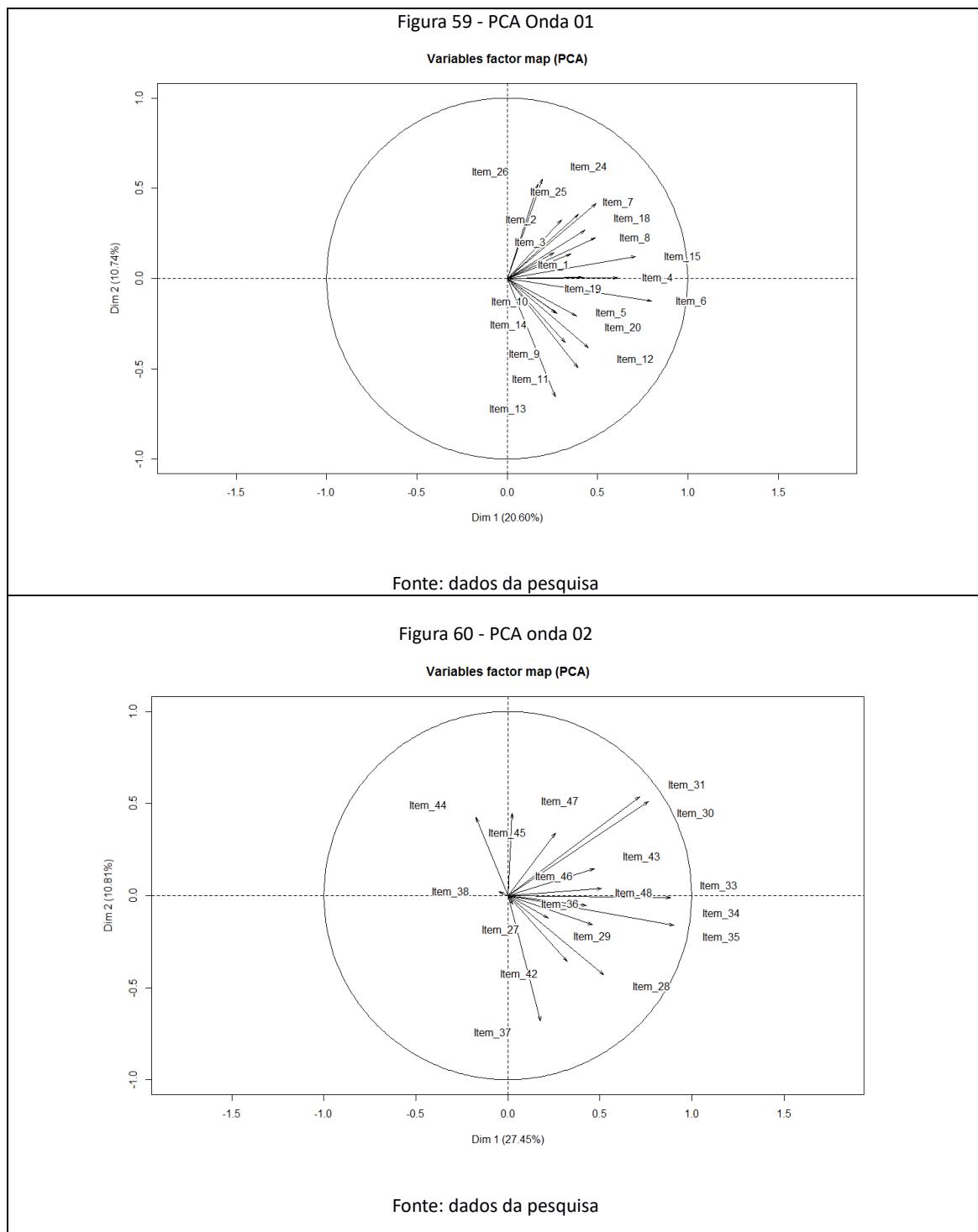
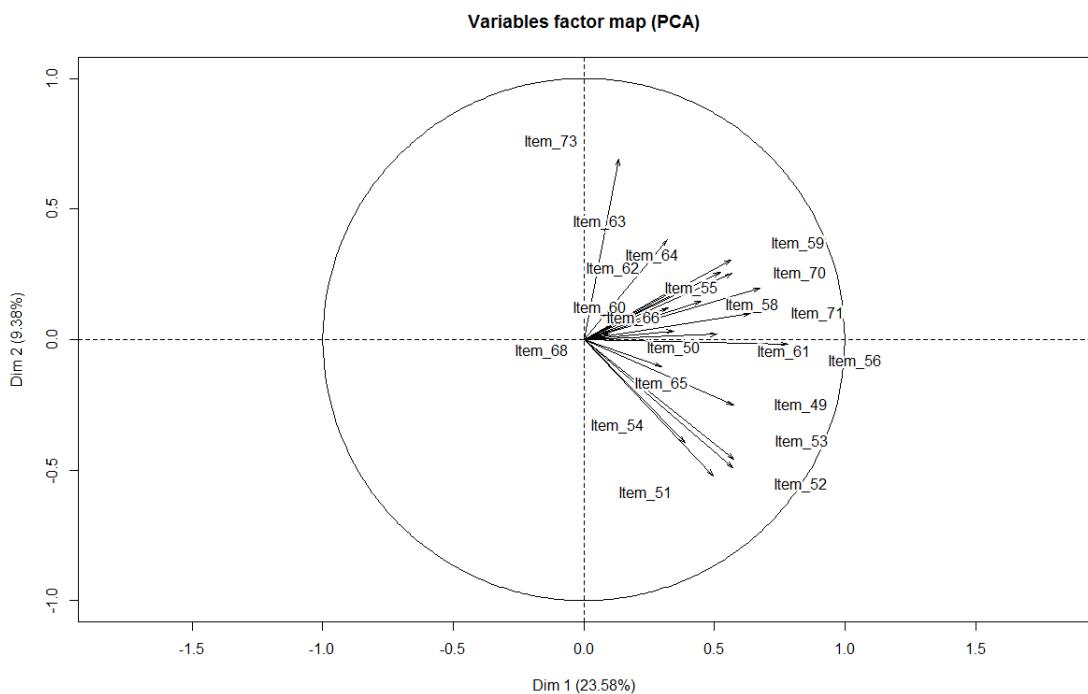
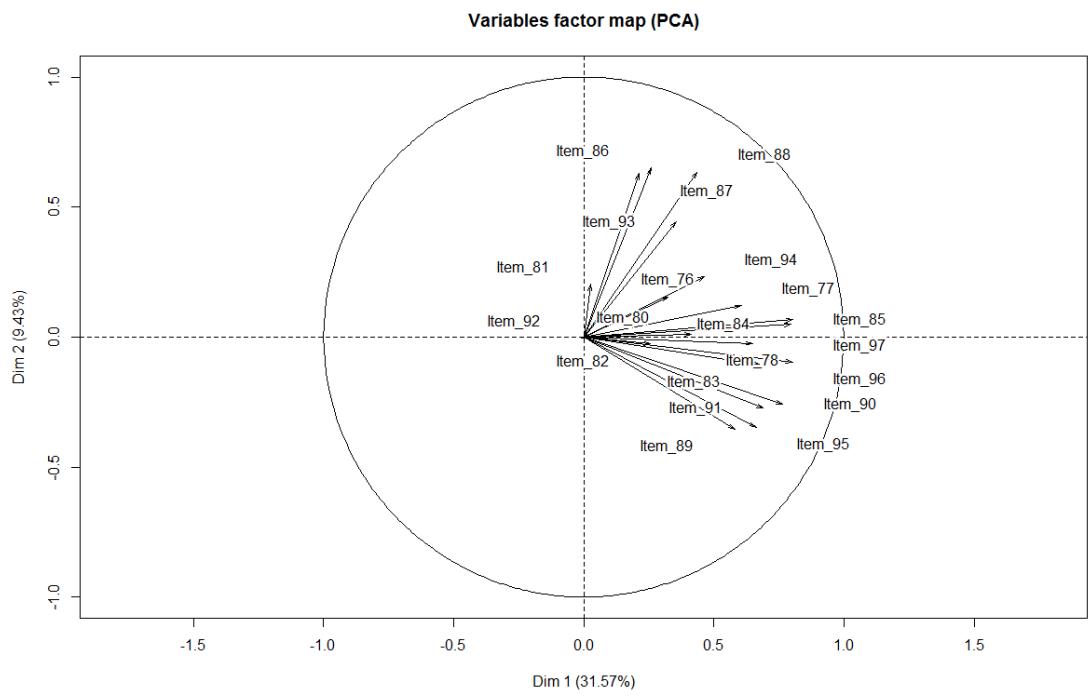


Figura 61 - PCA onda 03



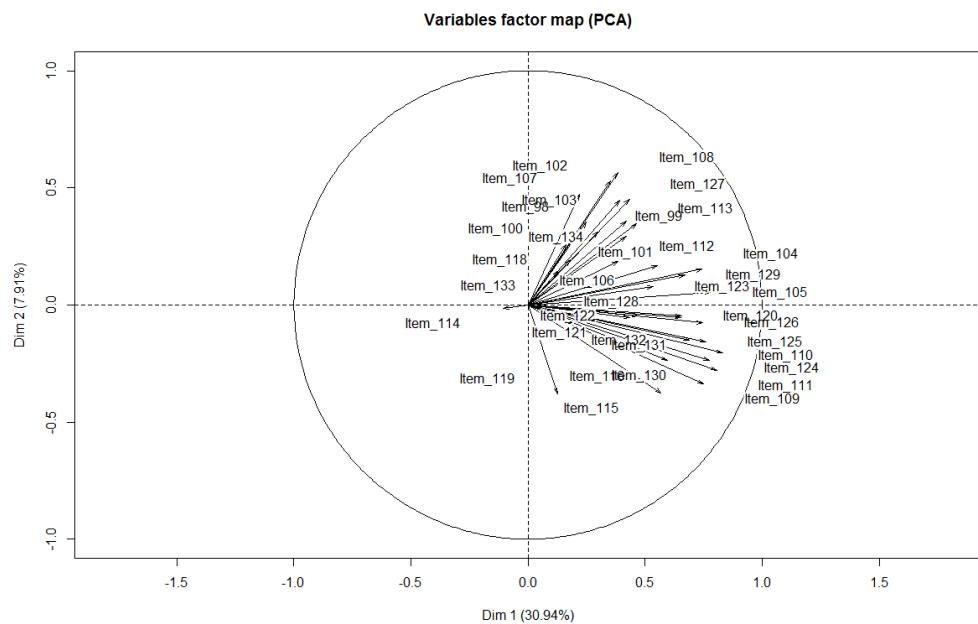
Fonte: dados da pesquisa

Figura 62 - PCA onda 04



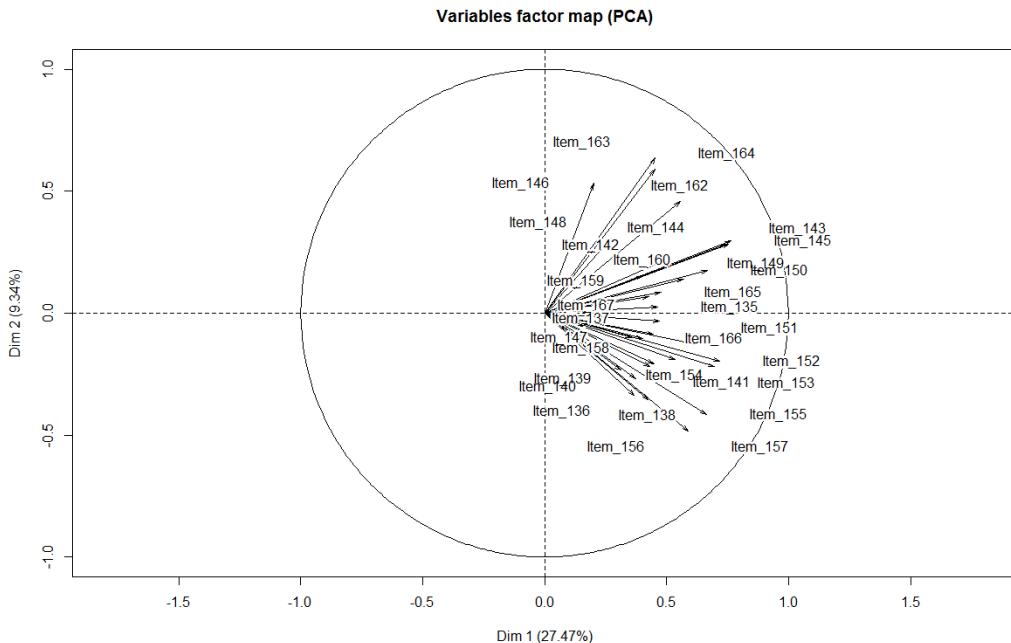
Fonte: dados da pesquisa

Figura 63 - PCA onda 05



Fonte: dados da pesquisa

Figura 64 - PCA onda 06



Fonte: dados da pesquisa

Figura 65 - PCA onda 07

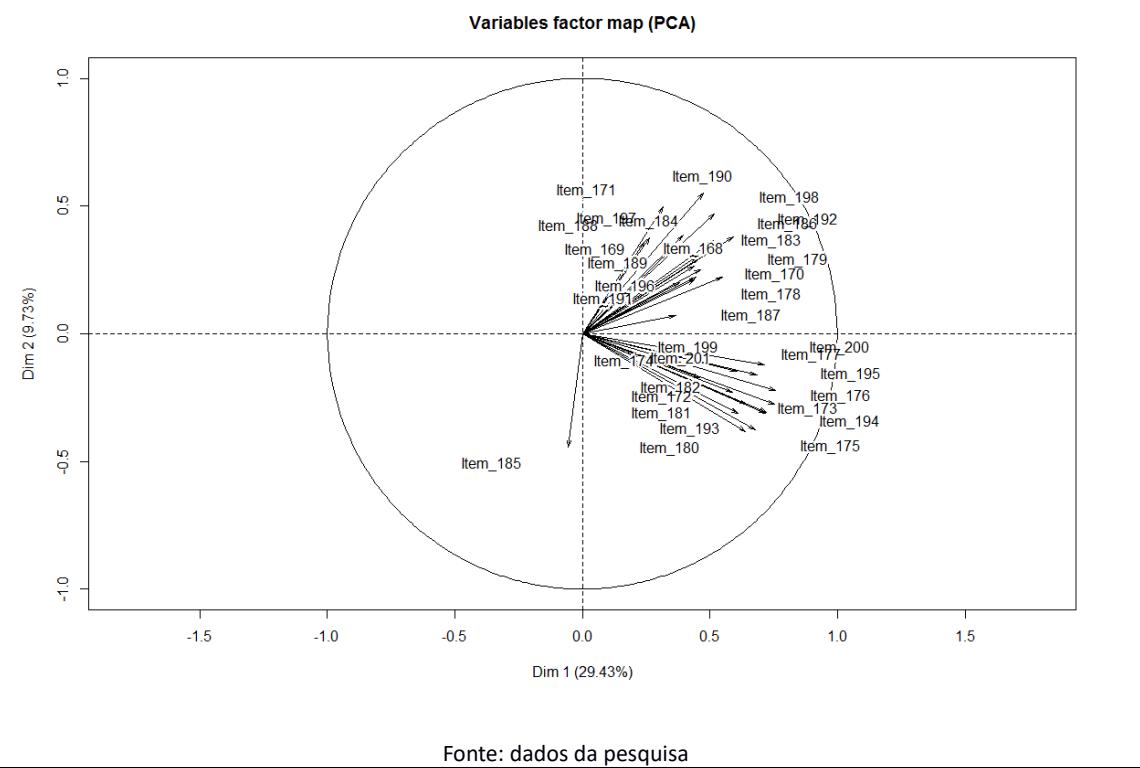
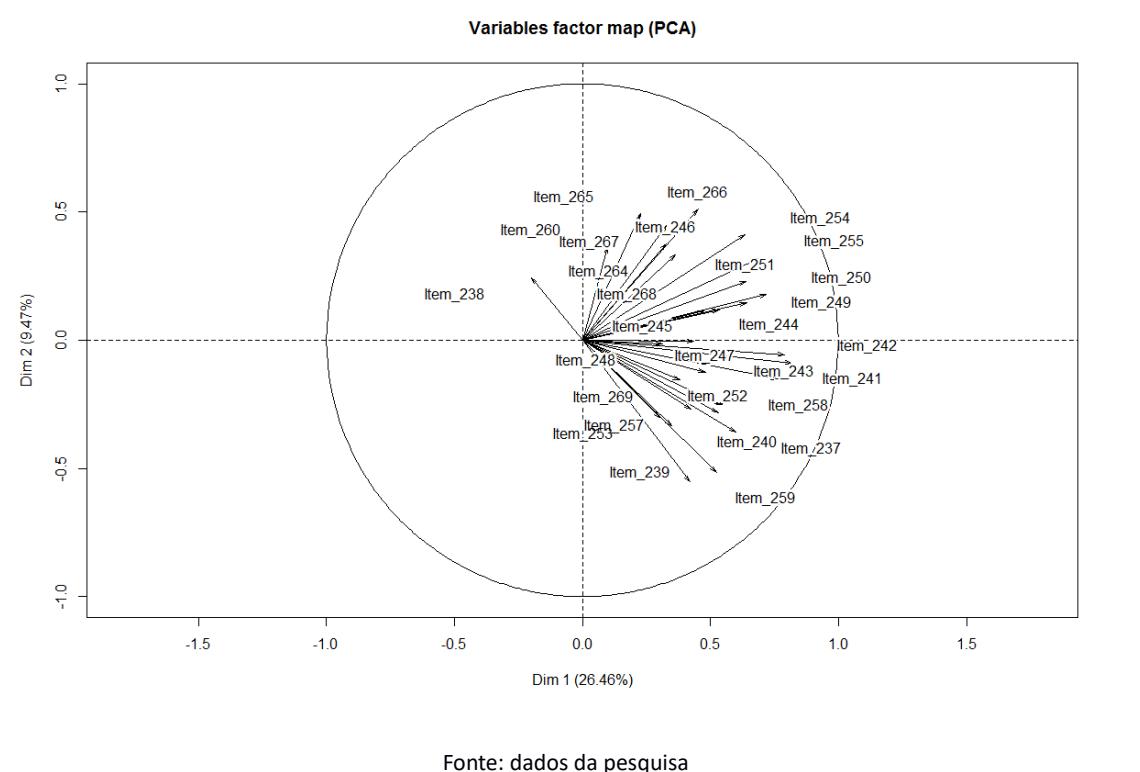


Figura 66 - PCA onda 09



Apêndice 6 – infit e outfit das pessoas e dos itens em cada onda (adequação da modelagem Rasch aos dados empíricos)

ONDA 01 – PESSOAS

	outfit	infit
1	1.2276975	0.9126872
2	0.7833854	0.8694812
3	1.0091123	1.1571850
4	1.1793211	1.1697721
5	0.5028734	0.7466833
6	0.5493173	0.6278397
7	0.9399153	1.0364744
8	0.4098894	0.5241646
9	0.8605679	0.7264100
10	0.6808116	1.0082332
11	0.5712365	0.6431785
12	1.2272708	1.0990974
13	1.7558404	1.5045070
14	1.0826555	0.9681174
15	0.7900949	0.8825383
16	0.8067894	0.9219570
17	0.8564542	0.9633679
18	0.9381297	1.1391197
19	0.6623825	0.7583545
20	0.7973380	0.9424826
21	1.4990507	1.4186044
22	0.5906083	0.6898260
23	0.8681694	0.7212575
24	1.1186344	1.2040063
25	1.0380221	1.1062649
26	0.6071901	0.6751761
27	0.7484669	0.8860180
28	1.4381771	1.1320480
29	0.6644108	0.7496679
30	0.6793185	0.7762432
31	0.4376365	0.5372237
32	0.8638463	0.8859783
33	1.1582980	1.1960318
34	0.2348906	0.3692830
35	0.5783933	0.7033103
36	0.7789708	0.8793295
37	1.4652812	1.3150123
38	0.3624121	0.5811976
39	1.1357531	1.1923072
40	0.7246397	0.9243607
41	0.5574877	0.8397387
42	0.3714878	0.5009527

43 0.6839448 0.8113586
44 1.3625518 1.3222571
45 0.8989717 0.9414477
46 0.4971206 0.6771564
47 0.4840378 0.6636013
48 0.7942485 0.8710091
49 0.5819567 0.6588161
50 0.8498548 0.9582473
51 0.8595434 0.9762375
52 0.6918484 0.8221630
53 0.7902244 0.8664422
54 1.1778237 1.2655462
55 0.8123167 0.8997162
56 0.8670274 1.0452403
57 0.4222028 0.6048329
58 0.9264752 1.0048917
59 0.8614307 1.1282072
60 1.3145260 1.1390661
61 0.9538132 1.1183236
62 0.9671296 1.0284924
63 1.1712180 1.2781296
64 0.8571440 0.9939672
65 1.4802308 1.2319304
66 1.3553638 1.4554853
67 1.0164042 1.1263122

ONDA 01 – ITENS

	item	outfit	infit
1	Item_1	1.0255	0.9790
2	Item_2	0.8978	0.9216
3	Item_3	0.9145	0.9352
4	Item_4	0.8715	0.9091
5	Item_5	0.5573	0.7790
6	Item_6	0.5573	0.7790
7	Item_7	0.8739	0.9115
8	Item_8	0.6982	0.8401
9	Item_9	0.9514	0.9722
10	Item_10	1.1093	1.0257
11	Item_11	0.9296	0.9604
12	Item_12	0.9576	0.9175
13	Item_13	1.0704	1.0581
14	Item_14	1.0605	1.0093
15	Item_15	0.4752	0.7458
16	Item_18	0.8199	0.8852
17	Item_19	0.9020	0.9227
18	Item_20	0.9029	0.9971

19 Item_24 0.7353 1.1601
20 Item_25 0.8933 0.9057
21 Item_26 1.0476 1.0780

ONDA 02 – PESSOAS

	outfit	infit
1	1.1862257	1.2408095
2	1.7179878	1.3027290
3	0.8247496	0.9724920
4	0.1905217	0.3183301
5	2.7184492	0.8622997
6	0.6870996	0.7086816
7	0.8177394	1.1891820
8	1.5995954	0.9683773
9	1.5537066	0.9262979
10	2.5561811	1.6158778
11	1.7000710	1.2512464
12	1.8075665	1.3504501
13	1.1795374	1.2516364
14	1.3905547	0.8785254
15	0.5170120	0.6803503
16	0.9215391	1.0676680
17	1.1924273	1.0874528
18	0.6480012	0.9152216
19	0.9039696	1.0460652
20	1.0279846	0.9708755
21	2.0028887	1.2522609
22	0.8057508	0.9144466
23	0.7080049	0.8540588
24	0.8784389	0.8074706
25	0.6480012	0.9152216
26	1.3334476	1.2134820
27	0.8575895	0.9357551
28	1.3819984	1.0841783
29	0.4371575	0.5410525
30	0.5742859	0.8153781
31	2.3132352	1.2726399
32	1.6756846	0.7091460
33	0.1905217	0.3183301
34	0.7558962	0.8497118
35	1.0102679	1.0840785
36	0.6994132	0.8703163
37	0.7951220	0.9346135
38	0.1114975	0.2771320
39	0.6148300	0.7659980
40	0.6041792	0.7408720
41	1.2155267	1.0809562

42 0.3134136 0.4692794
43 0.8577483 1.1059207
44 1.4778505 1.3801014
45 0.2023415 0.4543098
46 0.1683848 0.3563941
47 0.5796643 0.7014774
48 0.5094299 0.6832480
49 0.3134136 0.4692794
50 0.4825225 0.6576673
51 0.5043991 0.6678760
52 0.3695489 0.6358434
53 1.4772445 0.9926291
54 0.4186519 0.5624069
55 0.5774117 0.6467025
56 0.5345105 0.6642774
57 0.5438771 0.6166620
58 1.3664958 1.1101515
59 0.6763584 1.0987238
60 0.7626861 1.0181948
61 1.1695711 1.0653285
62 1.4974035 0.8942148
63 0.4048760 0.7140109
64 1.0255454 0.9154674

ONDA 02 – ITENS

	item	outfit	infit
1	Item_27	1.1593	1.0837
2	Item_28	0.8052	0.8613
3	Item_29	0.8544	0.9242
4	Item_30	0.6285	0.6866
5	Item_31	0.6620	0.7297
6	Item_33	0.5113	0.6354
7	Item_34	0.4207	0.6084
8	Item_35	0.4207	0.6084
9	Item_36	1.1905	1.2099
10	Item_37	1.1329	1.1391
11	Item_38	1.5942	1.2360
12	Item_42	0.9706	1.0225
13	Item_43	0.8189	0.9075
14	Item_44	1.9473	1.3061
15	Item_45	0.8973	1.0646
16	Item_46	0.9081	0.9241
17	Item_47	1.5214	1.0783
18	Item_48	0.7097	0.9667

ONDA 03 – PESSOAS

	outfit	infit
1	0.99509902	0.9983958
2	0.82199496	0.8792575
3	1.65963765	1.4781087
4	0.77455608	0.8176855
5	0.61150992	0.8599209
6	0.83090373	1.0323174
7	0.87426494	0.9489307
8	0.84954817	0.9112028
9	0.84097992	0.9281914
10	0.96085726	0.9303212
11	1.01800670	1.0776276
12	0.67969185	0.9527801
13	0.64615860	0.8555431
14	1.10349372	1.1487729
15	1.56621269	1.0988425
16	0.84158447	0.8820234
17	0.66379199	0.7759526
18	0.93355419	1.0973576
19	0.86624481	0.8083678
20	0.58501796	0.7107787
21	0.97893637	1.0318951
22	0.57781795	0.7317920
23	0.48709594	0.7256881
24	1.05087142	1.1228365
25	1.09104191	1.1095511
26	0.53735998	0.6995169
27	1.00792649	0.9716251
28	0.88400840	0.9643704
29	1.74171947	1.2599310
30	0.54513743	0.7413798
31	1.45468830	1.3540384
32	1.01898575	1.0967195
33	0.66962546	0.8411388
34	2.00281579	1.2667242
35	1.77377894	1.0698056
36	2.80668358	1.4126084
37	0.61503307	0.7868221
38	0.50738919	0.6975061
39	0.66249323	0.7621675
40	2.97638953	0.7408396
41	0.76883753	0.9180439
42	0.38207931	0.5835646
43	0.82275017	0.8324103
44	0.60224376	0.6669040
45	0.71116838	0.7731138

46 0.82396598 0.8248420
47 0.66237984 0.8788751
48 0.75774739 0.9174615
49 0.76202091 0.8435734
50 0.64644435 0.7402789
51 0.09005334 0.1566985
52 1.04854426 1.1211961
53 1.40685361 1.1001756
54 1.28111074 1.2006774
55 0.76073792 0.9740786
56 0.54513743 0.7413798
57 1.23336599 1.1166270
58 0.52604946 0.6904181
59 0.85444439 0.8178100
60 0.52937895 0.8003110
61 0.50335624 0.7200958
62 0.75512598 0.9235040
63 0.76518956 0.8501360
64 1.04024085 1.0810506
65 0.64568590 0.7404954

ONDA 03 – ITENS

	item	outfit	infit
1	Item_49	0.7484	0.8347
2	Item_50	1.2483	0.9285
3	Item_51	0.9388	0.9246
4	Item_52	0.8416	0.8909
5	Item_53	0.8038	0.8595
6	Item_54	1.0004	0.9950
7	Item_55	0.6829	0.7732
8	Item_56	0.4499	0.6873
9	Item_58	0.8972	0.9390
10	Item_59	0.7787	0.8425
11	Item_60	0.9933	1.0540
12	Item_61	0.9126	0.9073
13	Item_62	0.9805	0.9574
14	Item_63	0.9349	1.0135
15	Item_64	0.8234	0.8784
16	Item_65	1.1827	1.0543
17	Item_66	0.9689	0.9736
18	Item_68	2.0078	1.1677
19	Item_70	0.7885	0.9019
20	Item_71	0.3188	0.7807
21	Item_73	1.2248	1.2083

ONDA 04 – PESSOAS

	outfit	infit
1	0.3848919	0.5626772
2	0.3213258	0.5875516
3	0.4334493	0.6127941
4	1.1092616	1.3089699
5	0.2865265	0.5569872
6	0.9735953	0.9246312
7	0.4392436	0.6836492
8	0.4676881	0.7400337
9	0.7768519	0.6984507
10	0.8711180	0.9872331
11	0.7364048	0.9659489
12	3.3383011	1.1105003
13	0.9198017	1.2356457
14	0.9320547	0.6826119
15	0.3509214	0.4944996
16	0.3735321	0.6337861
17	0.4560234	1.0647488
18	0.8985833	1.1359712
19	0.8669798	0.8087317
20	0.4791593	0.7011798
21	0.4756624	0.6846880
22	0.2977671	0.6854802
23	0.6599251	0.9666328
24	0.3121604	0.4547316
25	0.6140091	0.9131784
26	3.6583629	1.2150389
27	0.7011207	1.0458685
28	0.8669798	0.8087317
29	0.6079209	0.8171652
30	1.1794842	1.4093771
31	0.2458908	0.4009909
32	0.2450534	0.6676620
33	0.1834691	0.4192013
34	0.3288351	0.6989553
35	0.1409085	0.3286150
36	0.7647405	1.0263696
37	1.9528500	2.0258161
38	0.8121421	1.2857091
39	0.3503437	0.7290261
40	0.2294536	0.4376424
41	1.2932732	1.0045147
42	1.1915019	1.2759426
43	0.2445462	0.4336018
44	2.0157212	1.5073801
45	1.0144760	1.4941070

46	0.7786082	1.0347865
47	0.5250099	0.8353899
48	0.3210520	0.6359765
49	0.3671316	0.5072816
50	0.6711755	0.9256859
51	1.2226020	1.5911870
52	1.0013016	1.2137184
53	1.5967959	1.3562855
54	0.3213258	0.5875516
55	0.3820703	0.7525105
56	4.1584493	1.0235556
57	1.0444476	1.2544566
58	4.8614680	1.4579923
59	0.3121604	0.4547316
60	1.1274876	1.2346767
61	0.7133662	1.1148219
62	2.4469360	2.0639119
63	0.3799316	0.6583904

ONDA 04 – ITENS

	item	outfit	infit
1	Item_74	1.1684	1.1633
2	Item_75	0.2865	0.9906
3	Item_76	2.0560	1.4170
4	Item_77	0.7197	0.8981
5	Item_78	0.6219	0.8114
6	Item_79	0.1693	0.6200
7	Item_80	0.9413	0.9235
8	Item_81	2.6030	1.1076
9	Item_82	1.0196	1.0483
10	Item_83	0.7020	0.8668
11	Item_84	0.5049	0.6976
12	Item_85	0.4958	0.6807
13	Item_86	0.7513	0.9773
14	Item_87	0.6828	1.0400
15	Item_88	0.7509	0.8767
16	Item_89	0.8283	0.9760
17	Item_90	0.6565	0.7177
18	Item_91	0.7914	0.8549
19	Item_92	3.1081	1.2185
20	Item_93	0.8483	0.9676
21	Item_94	1.1188	1.1025
22	Item_95	0.8282	0.9104
23	Item_96	0.2275	0.6363
24	Item_97	0.2275	0.6363

ONDA 05 – PESSOAS

	outfit	infit
1	0.70472665	0.7576970
2	0.61544585	0.7034986
3	1.19008619	1.2587555
4	0.47009964	0.7334022
5	0.67651706	0.6964887
6	0.98143479	1.1407537
7	1.45770802	0.8173305
8	0.69217607	0.7864338
9	0.57254485	0.7997596
10	0.70290014	0.9751154
11	0.61110819	0.9133895
12	1.22369516	1.2114266
13	0.67710911	0.9361943
14	0.61532645	0.8853071
15	0.68794569	0.7983245
16	0.67676856	0.7952947
17	2.17856359	1.2598194
18	0.74779232	0.9836999
19	0.67892191	0.7834078
20	0.81888485	1.0822873
21	1.36631656	0.8513491
22	0.84344823	1.1560184
23	0.57485014	0.6788246
24	1.97555039	1.5331013
25	1.06955263	1.1420540
26	0.99548465	0.7399692
27	0.95015285	0.9474238
28	0.29452485	0.6157583
29	0.04501779	0.1125846
30	0.52929745	0.7437740
31	1.27268354	0.7300058
32	0.74089336	0.9125077
33	0.82400133	1.0628349
34	0.59921242	0.8307342
35	1.05293995	1.1756409
36	0.80111954	0.9967599
37	1.42527496	1.2607325
38	0.62587993	0.7824393
39	0.80563852	0.8459896
40	0.87924505	1.0243269
41	0.55456068	0.7317880
42	0.53934624	0.6728301
43	1.60348344	1.3091926
44	0.77855305	0.8702951
45	0.67095448	0.8467420

46	0.94240318	1.0982689
47	0.77554303	0.9625060
48	1.23286651	1.6688982
49	0.50538923	0.8175495
50	0.41899316	0.6327995
51	0.75557836	0.8186456
52	0.98024355	1.0696257
53	0.85982620	1.0375217
54	0.69579717	0.8903181
55	1.43148753	1.3552138
56	0.94057317	0.9965598
57	0.66581797	0.8634087
58	2.07346148	1.7769525
59	0.92210943	0.9074485

ONDA 05 – ITENS

	item	outfit	infit
1	Item_98	1.0099	1.0732
2	Item_99	1.2227	1.0696
3	Item_100	1.4228	1.1260
4	Item_101	0.8162	0.9801
5	Item_102	1.0675	1.0779
6	Item_103	0.8278	0.9735
7	Item_104	0.6175	0.6904
8	Item_105	0.4821	0.6672
9	Item_106	0.5226	0.9121
10	Item_107	1.1450	1.0634
11	Item_108	1.2629	1.1033
12	Item_109	0.7060	0.7353
13	Item_110	0.5431	0.6534
14	Item_111	0.5431	0.6534
15	Item_112	1.0412	1.0798
16	Item_113	0.9256	0.9815
17	Item_114	1.8773	1.7025
18	Item_115	0.8660	1.0465
19	Item_116	0.7085	0.9359
20	Item_118	1.4415	1.3230
21	Item_119	1.7191	1.5354
22	Item_120	0.7390	0.7682
23	Item_121	1.0072	0.9963
24	Item_122	0.9945	0.9923
25	Item_123	0.8224	0.8940
26	Item_124	0.4351	0.6043
27	Item_125	0.4831	0.6835
28	Item_126	0.4345	0.6373
29	Item_127	0.6228	0.8451
30	Item_128	0.7406	0.8193

31	Item_129	0.5726	0.7756
32	Item_130	0.3658	0.6491
33	Item_131	0.3658	0.6491
34	Item_132	0.2465	0.6231
35	Item_133	2.0758	1.2406
36	Item_134	1.0530	1.1424

ONDA 06 – PESSOAS

	outfit	infit
1	0.59236377	0.72400841
2	1.63939541	1.03502863
3	0.80558019	0.90970797
4	1.24419423	1.11268017
5	0.72338922	0.94228559
6	1.26250443	1.34125219
7	0.03632325	0.07528288
8	1.54209209	1.44024322
9	0.90919041	0.97596852
10	1.33313656	1.22182192
11	0.03632325	0.07528288
12	0.90976254	0.86600977
13	0.76198124	0.89618621
14	0.76192596	0.83404560
15	1.09600158	1.10522261
16	0.82234386	0.94265295
17	0.57125587	0.67402383
18	1.39037370	1.31997985
19	1.21266343	1.37796304
20	2.04674988	1.10183117
21	0.03632325	0.07528288
22	1.07757360	0.91212050
23	1.13958914	1.22639548
24	1.00511527	1.07612374
25	0.15404615	0.52382574
26	1.07798265	1.19427897
27	0.82453276	0.92333794
28	0.87328671	0.95338354
29	1.09505356	1.23043306
30	1.29445161	1.01323976
31	0.92629259	0.91715048
32	1.22714746	1.02130027
33	0.03632325	0.07528288
34	0.96794354	1.07902930
35	0.38762362	0.70496614
36	0.03632325	0.07528288
37	1.18849832	0.70066467
38	0.94214815	1.06792813

39	0.85703060	1.04539600
40	0.64074617	0.73135497
41	0.70689008	0.82029677
42	0.52523918	0.81937625
43	0.38916461	0.60432617
44	1.15529341	1.27773811
45	0.90407371	1.08311228
46	1.01007819	0.82811558
47	0.81200622	0.97308345
48	0.71809114	0.90115386
49	0.58887136	0.80616276
50	0.63165893	0.74190270
51	0.95063890	1.06539088
52	0.57542919	0.68254522
53	0.82782731	1.00053273
54	0.77010504	0.93146697
55	0.64408039	0.87206016
56	0.96857008	1.22494299
57	0.37300881	0.61353364
58	0.84790330	1.05605017
59	0.65305134	0.74911143
60	0.36107562	0.63194511
61	0.93524214	1.01482031
62	1.35354793	1.01600973
63	0.61810845	0.74206925
64	0.76293924	0.95467280
65	0.55952561	0.73517781
66	0.97231482	0.94334889
67	1.32205488	1.33624562

ONDA 06 – ITENS

	item	outfit	infit
1	Item_135	0.9394	1.0503
2	Item_136	1.0980	1.1519
3	Item_137	0.8999	1.0672
4	Item_138	0.9124	1.0820
5	Item_139	0.9690	1.1579
6	Item_140	1.0460	1.2148
7	Item_141	1.0173	1.0636
8	Item_142	1.0199	0.9707
9	Item_143	0.5357	0.6585
10	Item_144	0.5256	0.6435
11	Item_145	0.5242	0.6406
12	Item_146	1.3595	1.3185
13	Item_147	0.5025	0.8833
14	Item_148	1.2375	1.2674
15	Item_149	0.6242	0.8130

16	Item_150	0.6558	0.7891
17	Item_151	0.7210	0.8531
18	Item_152	0.5626	0.7172
19	Item_153	0.5755	0.7404
20	Item_154	0.9544	0.9417
21	Item_155	0.5013	0.7481
22	Item_156	0.4774	0.7816
23	Item_157	0.4774	0.7816
24	Item_158	0.9399	1.0911
25	Item_159	0.9943	1.1001
26	Item_160	1.0833	1.1757
27	Item_162	0.7878	0.9408
28	Item_163	0.8447	1.0658
29	Item_164	0.6514	0.9591
30	Item_165	1.1888	0.9981
31	Item_166	1.4278	1.1065
32	Item_167	0.8936	1.0329

ONDA 07 – PESSOAS

	outfit	infit
1	0.94520849	0.9810569
2	0.56919294	0.7154598
3	1.03142526	1.0500913
4	1.45856672	1.1742011
5	0.86245955	0.9401624
6	0.63058128	0.8029951
7	0.66388926	0.7487855
8	2.82941139	0.8751330
9	0.72356747	0.7567041
10	0.12967644	0.3301558
11	1.72603973	1.5097593
12	1.50043189	1.3686709
13	1.07335889	1.1559162
14	0.49342929	0.6630915
15	4.98502813	1.3592104
16	0.85438005	0.9345915
17	0.88550326	0.8468605
18	0.88093546	0.9316677
19	0.85608060	0.8889445
20	0.12600763	0.3398106
21	0.84579411	0.9795023
22	0.75681239	0.9709039
23	0.89988896	0.9826777
24	0.50708624	0.7365370
25	0.76721783	0.8545311
26	0.05010508	0.1934452
27	0.69059899	0.7915751

28	4.59632508	1.0806293
29	0.38856748	0.8247639
30	0.12600763	0.3398106
31	1.18088762	1.2432337
32	0.82440619	0.8612075
33	1.08264095	1.1250341
34	0.76621872	0.8774141
35	1.04668281	1.0626749
36	0.97732319	1.0824072
37	0.61267380	0.8307680
38	1.23277528	1.1766715
39	1.09715369	0.9850993
40	0.69509614	0.7649147
41	0.76011420	0.8798724
42	0.91319361	0.9625109
43	0.85884866	0.9251001
44	1.00814272	1.0861843
45	1.07287848	1.0827813
46	0.74888795	0.8230862
47	3.36483102	0.8756288
48	0.62891081	0.7348754
49	0.75373505	0.8544438
50	0.62775728	0.9207114
51	0.97433400	0.8928571
52	0.65212598	0.6930412
53	0.96524284	1.0244479
54	0.82001615	0.8732636
55	1.40949801	1.2898310
56	1.16143822	1.2290254
57	1.23548694	1.1287002
58	0.72718648	0.8119040
59	0.71392732	0.8334461
60	0.98828246	1.0845063
61	1.00352207	1.0682693

ONDA 07 – ITENS

	item	outfit	infit
1	Item_168	0.3397	0.7772
2	Item_169	1.0341	1.2286
3	Item_170	0.9152	1.0259
4	Item_171	1.3371	1.2181
5	Item_172	0.7591	0.8800
6	Item_173	0.7630	0.9238
7	Item_174	0.8592	1.1243
8	Item_175	0.6359	0.7647
9	Item_176	0.6009	0.7399
10	Item_177	0.6670	0.8756

11	Item_178	1.1363	1.0083
12	Item_179	0.9250	0.8975
13	Item_180	0.7168	0.8568
14	Item_181	0.7495	0.8993
15	Item_182	0.6696	0.8399
16	Item_183	1.0411	0.9984
17	Item_184	1.3777	1.3135
18	Item_185	7.0033	1.5983
19	Item_186	0.7652	0.9231
20	Item_187	1.8582	0.9669
21	Item_188	1.3243	1.3460
22	Item_189	1.0246	1.0739
23	Item_190	0.8272	0.9885
24	Item_191	1.0449	1.1547
25	Item_192	0.7437	0.8609
26	Item_193	0.6838	0.7603
27	Item_194	0.6146	0.7072
28	Item_195	0.6138	0.6954
29	Item_196	1.0272	0.9826
30	Item_197	1.0765	1.0421
31	Item_198	0.8308	0.9382
32	Item_199	0.5629	0.7501
33	Item_200	0.5629	0.7501
34	Item_201	0.4460	0.6904

ONDA 08 – PESSOAS

	outfit	infit
1	0.53720575	0.7352151
2	0.72076247	0.8525861
3	6.17710494	0.8562753
4	0.79766952	0.7130597
5	0.05022337	0.1256609
6	0.82593792	1.0983603
7	0.75634434	0.9259977
8	0.46613433	0.5982450
9	1.09037183	1.0874980
10	1.17241835	1.0467992
11	5.43496037	1.0877895
12	0.52346488	0.7068903
13	0.73941040	0.9078194
14	0.47595074	0.7376034
15	1.36042178	1.0790955
16	1.31711709	1.2823859
17	0.82035307	0.9651277
18	0.42587197	0.5564168
19	1.18672056	1.3277451

20	0.47708509	0.6189044
21	1.27291364	1.3935427
22	1.03053747	1.0942468
23	0.75716789	0.9565170
24	1.84908969	1.1544322
25	0.96398145	0.9676656
26	0.98442549	0.9808754
27	0.74119825	0.9433623
28	2.24537798	1.3303449
29	0.45715515	0.5841771
30	0.79129329	0.9979130
31	0.83179274	0.8571593
32	0.62147546	0.9081252
33	1.10059722	1.0714522
34	1.02544383	1.0065858

ONDA 08 – ITENS

NÃO CONVERGIU, MAS ONDA JÁ FOI RETIRADA

ONDA 09 – PESSOAS

	outfit	infit
1	1.18684136	0.9748889
2	0.64512924	0.7315899
3	0.79474624	0.8533879
4	0.82986855	0.9635912
5	0.80435573	0.9099777
6	0.97860154	1.0489708
7	0.98408627	0.9922909
8	1.46700906	1.4447430
9	1.13922267	1.1016207
10	1.83170421	1.3090195
11	0.62923734	0.7989118
12	1.08497653	1.0743968
13	1.11555519	1.0312740
14	0.77569810	0.9639674
15	0.61811610	0.7072402
16	1.02998021	1.0428813
17	0.25144869	0.5631289
18	1.26840158	0.8743487
19	1.19700995	0.9338996
20	0.69204137	0.8108987
21	0.80230549	0.9152481
22	0.60950859	0.7314835
23	4.31469744	0.6115624
24	0.06213425	0.1358523
25	0.86912349	0.9521822
26	0.56835130	0.6312833

27	1.09178882	1.0200327
28	1.85736040	1.4113637
29	0.26570516	0.5751629
30	0.67615205	0.7284380
31	0.74788562	0.8076211
32	1.15690699	1.0024929
33	0.68380383	0.7319141
34	1.05844558	0.8922129
35	0.66512594	0.7333094
36	1.07018951	1.1007261
37	0.80051622	0.8278379
38	1.41893630	0.9515286
39	1.13058165	1.1412288
40	1.31937207	1.2583526
41	0.78905165	0.8333825
42	1.21858385	1.1561422
43	0.34594659	0.6470234
44	1.25700276	1.2698209
45	0.87868186	0.9730721
46	0.38479816	0.7102398
47	0.87875723	0.9394353
48	0.80357489	0.9374363
49	1.19192068	0.9724701
50	0.43726319	0.5960032
51	0.95074262	1.0084025
52	1.41245483	1.4266893
53	0.60655191	0.6876990

ONDA 09 – ITENS

	item	outfit	infit
1	Item_237	0.6128	0.7768
2	Item_238	4.2234	1.4861
3	Item_239	0.8034	0.9177
4	Item_240	1.0447	0.9591
5	Item_241	0.5776	0.7043
6	Item_242	0.5419	0.6470
7	Item_243	0.5645	0.6678
8	Item_244	0.9712	1.0168
9	Item_245	0.6922	0.8704
10	Item_246	1.0136	1.0397
11	Item_247	0.8732	0.9789
12	Item_248	1.1207	1.1260
13	Item_249	0.6849	0.8322
14	Item_250	0.6186	0.7347
15	Item_251	0.5753	0.7291
16	Item_252	0.7717	0.8722
17	Item_253	1.1474	1.1560

18	Item_254	0.6880	0.7625
19	Item_255	0.5547	0.6889
20	Item_257	0.8913	0.9565
21	Item_258	0.8984	0.8826
22	Item_259	1.0771	1.0399
23	Item_260	1.5626	1.3069
24	Item_264	1.0262	1.0400
25	Item_265	1.0812	1.1985
26	Item_266	0.7978	0.9384
27	Item_267	1.0177	1.1107
28	Item_268	0.8821	0.9226
29	Item_269	0.9461	1.0859

Apêndice 7

Teste de Levene em cada onda na dimensão específica de conteúdo

ONDA 01

Test of Homogeneity of Variances

INDICE DIFICULDADE

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2,785	2	18	,088

ONDA 02

Test of Homogeneity of Variances

INDICE DIFICULDADE

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
6,066	1	16	,026

ONDA 03

Test of Homogeneity of Variances

INDICE DIFICULDADE

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3,403	2	18	,056

ONDA 04

Test of Homogeneity of Variances

INDICE DIFICULDADE

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1,298	2	17	,299

ONDA 05

Test of Homogeneity of Variances

INDICE DIFICULDADE

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,924	2	17	,416

ONDA 06

Test of Homogeneity of Variances

INDICE DIFICULDADE

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,900	2	33	,416

ONDA 07

Test of Homogeneity of Variances

INDICE DIFICULDADE

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2,248	2	29	,124

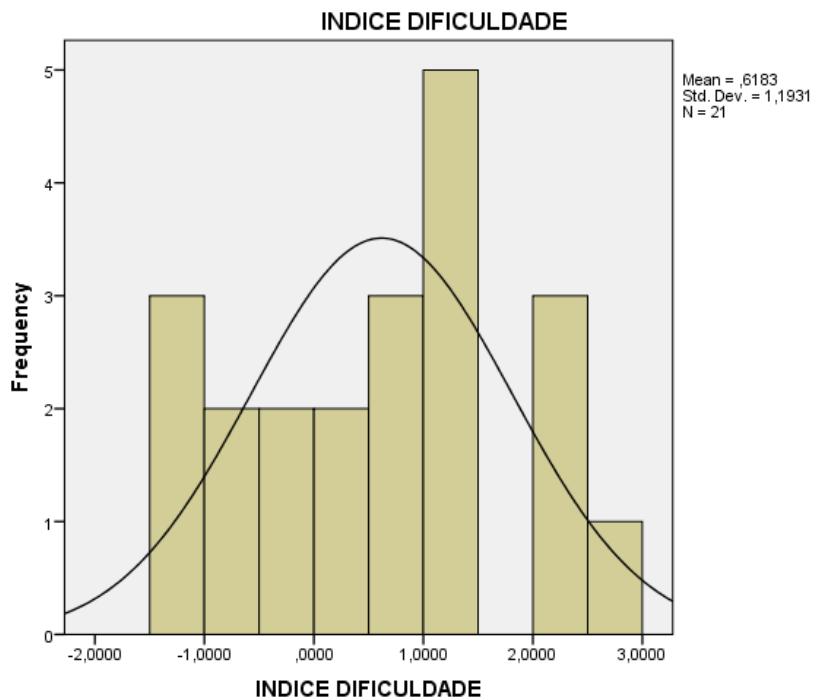
ONDA 09

Test of Homogeneity of Variances

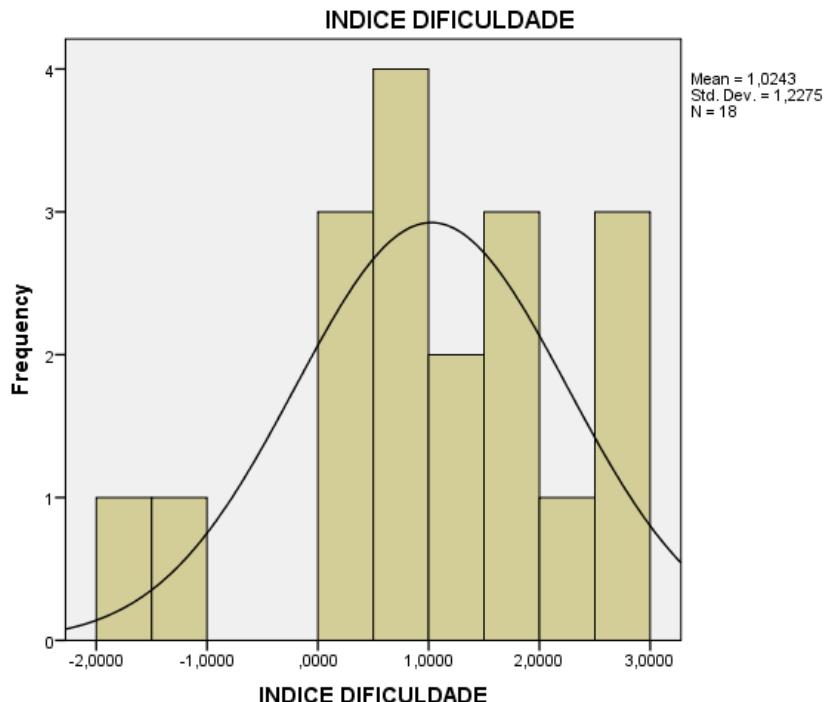
INDICE DIFICULDADE

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3,665	2	31	,037

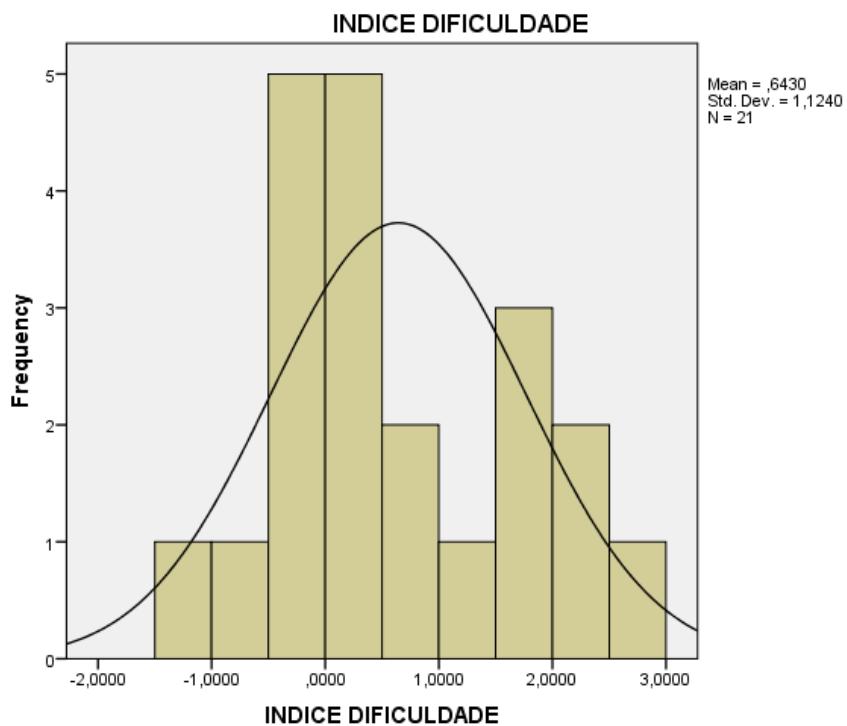
**Histograma do índice de dificuldade dos itens na dimensão específica de Conteúdo
ONDA 01**



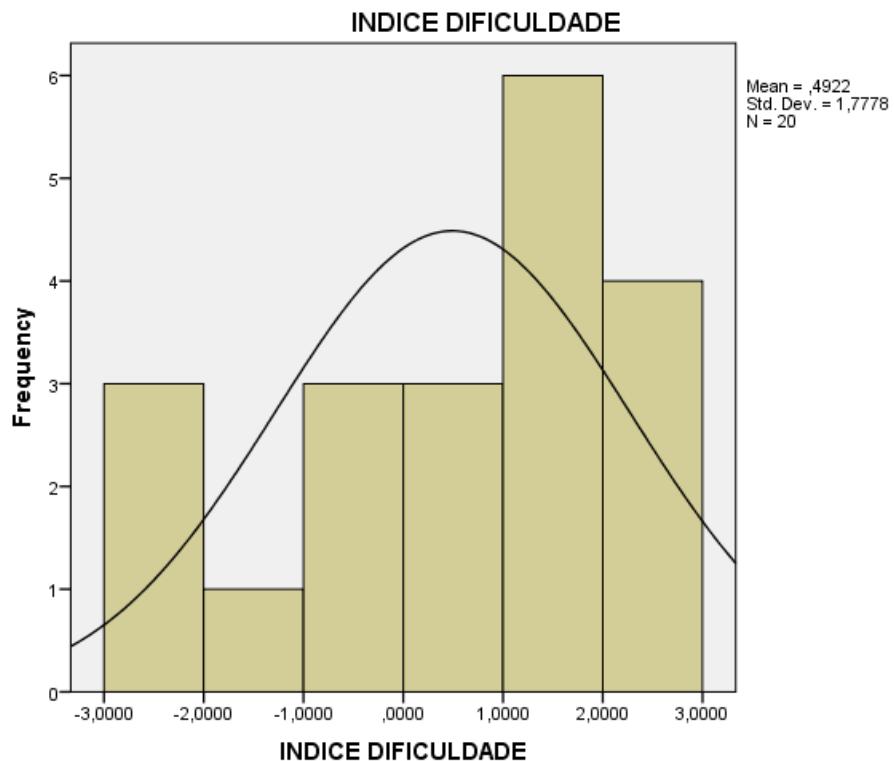
ONDA 02



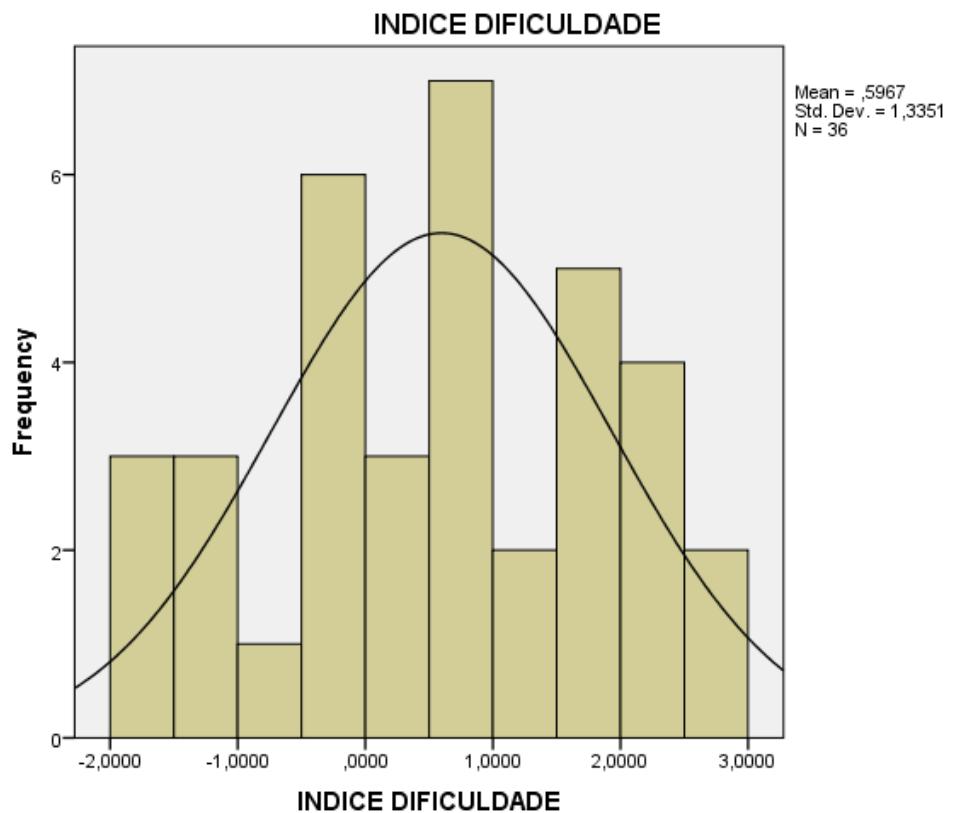
ONDA 03



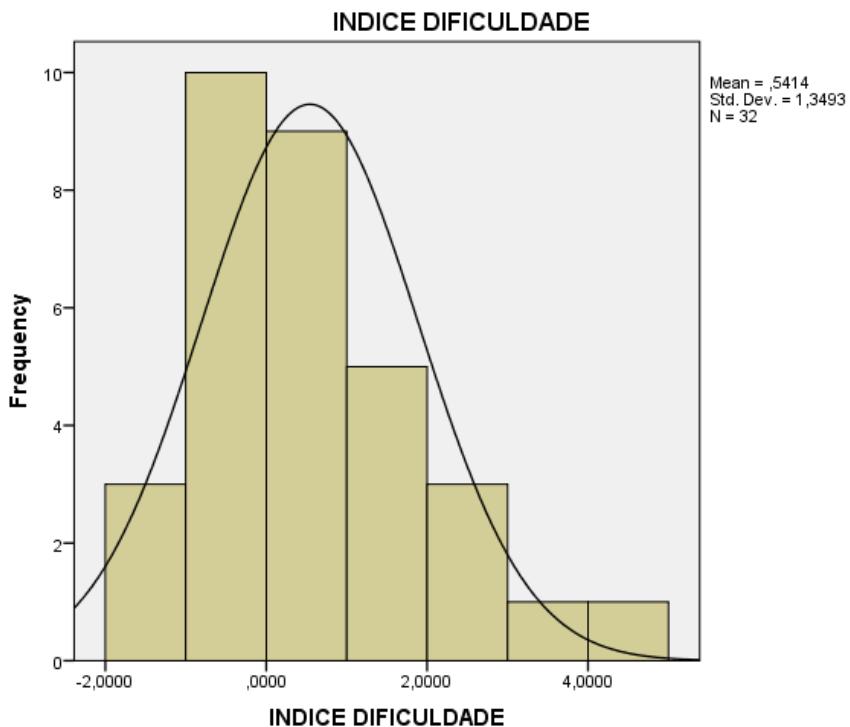
ONDA 04



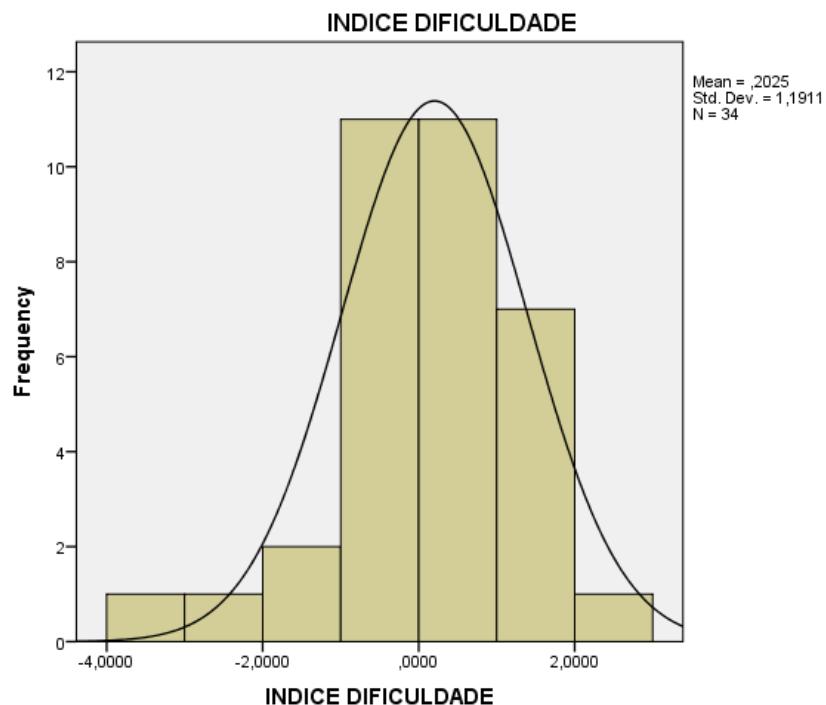
ONDA 05



ONDA 06



ONDA 07



ONDA 09

