UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
Departamento de Psicologia
Pós-Graduação em Psicologia Cognitiva

O estilo cognitivo verbal e das imagens objeto/espacial:

Três dimensões psicológicas apontando caminhos para a compreensão de aspectos da resolução de problemas matemáticos.

AUXILIADORA BARALDI PACHECO

Recife-PE
2013

AUXILIADORA BARALDI PACHECO

Tese apresentada à Pós-Graduação em Psicologia Cognitiva da Universidade Federal de Pernambuco para obtenção do título de Doutor em Psicologia.

Área de concentração: Psicologia Cognitiva
Orientador: D. Phil. Antonio Roazzi

O estilo cognitivo verbal e das imagens objeto/espacial:

Três dimensões psicológicas apontando caminhos para a compreensão de aspectos da resolução de problemas matemáticos.

Recife-PE
2013

Catalogação na fonte
Bibliotecária Maria do Carmo de Paiva CRB-4 1291

P116e Pacheco, Auxiliadora Baraldi.
O estilo cognitivo verbal e das imagens objeto/espacial: três dimensões psicológicas apontando caminhos para a compreensão de aspectos da resolução de problemas matemáticos / Auxiliadora Baraldi Pacheco. – Recife: O autor, 2013.
246 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Roazzi.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH. Pós-Graduação em Psicologia Cognitiva, 2013.
Inclui bibliografia e anexos.

1. Psicologia Cognitiva. 2. Cognição. 3. Estilo cognitivo. 4. Imagem (Psicologia). 5. Representação Mental. 6. Matemática – Aprendizagem. I. Roazzi, Antônio (Orientador). II. Título.

150 CDD (22.ed.) UFPE (CFCH2013-25)

FOLHA DE APROVAÇÃO

Auxiliadora Baraldi Pacheco

"O Estilo Cognitivo Verbal e das Imagens Objeto Espacial: três dimensões psicológicas apontando caminhos para a compreensão de aspectos da resolução de problemas matemáticos"

Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação em Psicologia Cognitiva da Universidade Federal de Pernambuco para obtenção do título de Doutor.
Área de Concentração: Psicologia Cognitiva.

Aprovada em : 07 de março de 2013.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Antonio Roazzi
Instituição: UFPE
Assinatura:_____

Profa. Dra. Rafaella Asfora Siqueira Campos Lima
Instituição: UFPE
Assinatura:_____

Prof. Dr. Marcelo Câmara dos Santos
Instituição: UFPE
Assinatura:_____

Profa. Dra. Sandra Patrícia Ataide Ferreira
Instituição: UFPE
Assinatura: _____

Prof. Dr. Bruno Campello de Souza
Instituição: UFPE
Assinatura: _____

Dedicatória

À minha família, base de minha formação e motivação para sempre continuar.

Aos meus pais
Adhemar Lessa Pacheco (In Memorian)
Alzira Baraldi Pacheco (In Memorian)

Aos meus tios
Adebal e Noélia

Ao meu companheiro
Anísio

Aos meus irmãos
Angela e Alexandre (cunhado)
Andréia e Martin (cunhado)
Ademário (Mazo)
André (In Memorian)
Nida (In Memorian) (cunhada)

Aos meus sobrinhos
Anderson
Eloane
Markus
Stefanie
Kevin.

E ao mais novo integrante da família o sobrinho neto
Caio André

Agradecimentos

A Deus por ter me guiado e me dado força em todos os momentos desta trajetória em que eu nunca estive só.

Ao professor **Antonio Roazzi** (orientador), por sua dedicação, empenho e incentivo desde o início deste projeto. Suas palavras e atitudes foram decisivas para eu poder estar aqui realizando um sonho de aprender a pesquisar. Grato por acreditar em mim.

Aos companheiros do Núcleo de Pesquisa em Epistemologia Experimental e Cultural -NEC ;

Ao professor Bruno Campelo por seu ensinamentos em Estatística enquanto aluna e suas considerações a esse trabalho que propiciaram discussão e crescimento;

A todos os professores da Pós-Graduação da Psicologia Cognitiva que em suas aulas, cada um em sua especialidade, propiciou discussão e aprendizagem aos quais devo profunda transformação em minha postura acadêmica,

Ao professor Marcelo Câmara as suas considerações a esse trabalho que propiciaram discussão e crescimento;

Aos companheiros do Núcleo de Pesquisa em Educação Matemática – NUPPEM que contribuíram para o crescimento do trabalho;

A minha irmã amiga Angela sempre me incentivou e presente na família enquanto eu me ausentava nas vindas a Recife;

A amiga, Professora Cleide Farias me iniciou na pesquisa científica quando sua orientanda no mestrado em 1999 da UFRPE e desde então sempre me incentivou a não parar.

A amiga, Professora Síntria sempre confortou e tranqüilizou nos momentos de conflitos. Sempre soube aconselhar com serenidade e ajudar a vislumbrar as saídas.

Aos amigos irmãos, sempre solidários nos momentos de dificuldades me acolheram em casa, me ouviram e incentivaram, compartilharam suas famílias:

Rosangela e Josimar e família;

Genoveva e a querida Pan (Pandora)

Araci, Ariadne, Lausanne, Neide, Sandra e Suraia com quem sempre pude contar;

As professores que revisaram as traduções do inglês: **Neide Guimarães, Cleide Medeiros e Soraia Fernandes**;

Aos estudantes companheiros da Pós-graduação em especial:

Ernani, Juliana, Fernanda, Laura, Nanci e Renato os quais compartilharam todos os momentos de aprendizagem, vivenciaram obstáculos em comum e que apesar de todas as dificuldades, demonstraram sempre muita união e apoio nas horas decisivas;

Ao querido amigo Mário Thomaz *(In Memorian)*

Aos estudantes companheiros da Pós-graduação de Educação: **Ricardo, Darci e Fabiana;**

A **Raissa** que mediou à aquisição de um raro e importante livro para esta pesquisa;

Aos funcionários da secretaria **Vera Amélia, Vera e Elaine;**

Ao Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Alagoas - Campus Maceió representado:

Ao Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Alagoas - Campus Satuba representado:

Pela direção e pela coordenação me incentivaram na realização do trabalho;

Pelos companheiros professores que me ajudaram na coleta de dados colaborando no planejamento e aplicação dos instrumentos. Sempre se mostrando solícitos nas varias vezes que me cederam às aulas para aplicar o instrumento;

Pelos alunos que participaram da pesquisa e mesmo os que não puderam participar: concluintes do ano de 2010, concluintes do ano de 2011, o ensino médio do curso em agropecuária, o ensino médio do curso em agroindústria, subsequente em zootecnia, subsequente em agricultura, EJA processamento em alimentos e EJA em Informática do ano de 2012

Grata,

Aquarela

Numa folha qualquer eu desenho um sol amarelo
E com cinco ou seis retas é fácil fazer um castelo.
Corro o lápis em torno da mão e me dou uma luva,
E se faço chover, com dois riscos tenho um guarda-chuva.
Giro um simples compasso e num círculo eu faço o mundo.

(Toquinho, Vinicius de Moraes, Fabrizio & Morra, 1983)

RESUMO

PACHECO, A. B. O estilo cognitivo verbal e das imagens objeto espacial: Três dimensões psicológicas apontando caminhos para a compreensão de aspectos da resolução de problemas matemáticos. 2013. 290p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Psicologia, Universidade Federal de Pernambuco.

Os estilos cognitivos são construções interativas que se desenvolvem em resposta ao social, ao educacional, profissional e outros requisitos ambientais (Kozhevnikov, 2007). Representam diferenças individuais e como variáveis da cognição, da percepção e da personalidade influenciam os métodos de perceber, de organizar e de representar informações na resolução de problemas. Sabe-se que a resolução de um problema matemático depende do desenvolvimento cultural de sistemas semióticos que vai além da comunicação, pois envolvem transformações de representações que requerem apropriações e o domínio desses sistemas (Duval, 2003). Considera-se, também, a atividade de responder, de explicar ou de compreender um problema como uma função comum e constante em todas as fases do desenvolvimento, uma ação desencadeada por uma necessidade do pensamento (Piaget, 1991). Devido à natureza cognitiva do presente trabalho que investiga sobre a descoberta e a explicação dos mecanismos psicológicos envolvidos na resolução de problemas optou-se por uma discussão envolvendo as três dimensões dos estilos cognitivos e essas duas teorias cujas concepções conflitam sobre o funcionamento cognitivo. Piaget com o seu modelo de funcionamento cognitivo de aquisição de conceitos (pensamento) e as imagens mentais em oposição às imagens gráficas (aspectos figurativos) e Duval (1999, 2003) que considera que os sistemas semióticos deveriam estar integrados à arquitetura cognitiva das pessoas, como estruturas essenciais ao funcionamento do pensamento. O objetivo desse estudo é investigar as interações entre estilos cognitivos de estudantes do ensino médio e EJA de uma escola pública federal do Estado de Alagoas e os diversos registros de representação discursiva (não analógica) e os sistemas de visualização (analógica) que eles utilizam na resolução de problemas matemáticos, envolvendo conceitos aritméticos, algébricos e/ou geométricos. Quatrocentos e seis estudantes, adolescentes e adultos, de uma escola pública foram avaliados por três instrumentos: (i) o Questionário Verbal e das Imagens Objeto Espacial - QVIOE que consiste em 45 itens e uma escala Likert; (ii) o Instrumento de Processamento Matemático – IPM que consiste em 15 problemas matemáticos e (iii) o instrumento para o Reconhecimento das Formas e para a Antecipação dos Movimentos Imagéticos – IRFAMI que consiste em 20 itens com uma escala de múltipla escolha. Os principais resultados podem ser encontrados quanto às diferenças em relação ao funcionamento cognitivo dos estudantes. A análise de homogeneidade indicou proximidade na relação entre estilo cognitivo imagem espacial e desempenho adequado relativo à maioria dos problemas matemáticos. A análise das interações entre estilo cognitivo e a variável social ‘sexo’ indicou que o percentual de estudantes do sexo masculino com escore alto para estilo imagem espacial e verbal foi maior do que o percentual de estudantes do sexo feminino. E o percentual dos estudantes com escore alto para estilo imagem objeto foi maior no sexo feminino do que o percentual do sexo masculino. Na análise de regressão logística do tipo passo a passo, o estilo imagem objeto e o estilo imagem espacial explicam o desempenho adequado na maioria dos problemas resolvidos pelos estudantes. Estes resultados são discutidos considerando-se aspectos das teorias de Kozhevnikov, de Piaget, Duval e à luz da literatura relativa ao campo da Psicologia Cognitiva, Educação e Educação Matemática.

Palavras chave: estilo cognitivo, resolução de problemas e registro de representação analógico e não analógico.

ABSTRACT

PACHECO, A.B. The Object-spatial-verbal Cognitive Style: Three Psychological Dimensions Pointing Ways to Understand Aspects of Mathematical Problem Solving. 2013. 290p. PhD Thesis – Pos-Graduate Program in Cognitive Psychology, Federal University of Pernambuco.

The cognitive styles are interactive constructs that develop in response to social, educational, professional and other environmental requirements (Kozhevnikov, 2007). They represent individual differences and as variable category of cognition, perception and personality they influence the methods of perceiving, organizing and representing information in the act of solving problems. It is known that solving a mathematical problem depends on the development of cultural systems of semiotics which goes beyond communication, for they involve mental transformations of representations that require possession and mastery of these systems (Duval, 2003). It is also the activity of responding, of explaining or of understanding a problem as a common and constant function in all stages of development, an action triggered by a necessity of thought itself (Piaget, 1991). Due to the cognitive nature of the present study that investigates the discovery and explanation of the psychological mechanisms involved in problem solving, it was chosen to make a discussion as regards those three mentioned dimensions of cognitive styles and the two conflicting Piaget and Duval's theories related to cognitive functioning. Piaget (1991) with his model of cognitive acquisition of concepts (thought) and mental images opposed to the graphic images (figurative aspects) and Duval (1999, 2003) who considers that the semiotic systems should be integrated to the cognitive architecture of the persons as essential structure to the functioning of thought. The aim of this study is to investigate the interactions between the cognitive styles of high school and EJA students pertaining to a public federal school of the State of Alagoas and various records of discursive representation (non-analog) and visualization systems (analog) they use when solving mathematical problems involving arithmetical, algebraic and /or geometrical concepts . Four hundred and six students - adolescents and adults - were evaluated by utilizing three instruments: (i) the Object-Spatial Imagery and Verbal Questionnaire - OSIVQ that consists of 45 items and a Likert scale, (ii) the Mathematics Processing Instrument - MPI that consists of 15 mathematical problems and (iii) the instrument for the Recognition of Forms and for Anticipation of imagery Movements - IRFAMI that consists of 20 items with a range of multiple choice. The main results pointed to differences in relation to the cognitive functioning of the students. The homogeneity analysis indicated closeness in the relationship between cognitive style and spatial image and appropriate performance on the most mathematical problems. The analysis of interactions between cognitive style and gender showed that the percentage of male students with high scores for verbal and spatial image style was higher than the percentage of female students. And the percentage of female students with high scores for object image style was larger than that related to the male. In the forward step by step logistic regression analysis the object image style and the spatial image style explain the adequate performance in most problems solved by the students. These results are discussed taking into account some aspects of the theories of Kozhevnikov, Piaget, Duval and in the light of a review of the available literature pertaining to the field of Cognitive Psychology, Education and Mathematics Education.

Keywords: cognitive style, problem solving and record of analogical and non- analogical representation.

SUMÁRIO:

DEDICATÓRIA..... iv

AGRADECIMENTOS..... v

RESUMO..... viii

ABSTRACT..... ix

SUMÁRIO..... x

LISTAS DE FIGURAS..... xiv

LISTAS DE TABELAS..... xix

INTRODUÇÃO 22

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA..... 28

1.1 Discussão teórica na literatura sobre os modelos de funcionamento cognitivo..... 29

1.2 O significado de problema e o significado de resolução de problema..... 30

1.3 Os estilos cognitivos e as correntes teóricas que defendem as representações duais para o funcionamento cognitivo..... 36

1.3.1 Os estilos cognitivos e as dimensões do funcionamento cognitivo..... 39

1.3.1.1. A dimensão wholístico-analítica para a organização cognitiva..... 39

1.3.1.2. A dimensão verbal-imagética para a representação mental..... 40

1.4 A abordagem piagetiana na relação entre o pensamento e as representações por meio dos signos verbais e dos símbolos imagéticos..... 45

1.4.1 A origem das operações lógicas e das imagens mentais..... 46

1.4.2 A taxonomia piagetiana das imagens mentais..... 48

1.4.3 A abordagem piagetiana influenciando pesquisas na resolução de problemas..... 50

1.5 A abordagem duvaliana: a relação entre pensamento matemático e os vários registros de representações semióticas..... 52

1.5.1 Os tratamentos e as conversões: dois tipos de transformações de representações semiótica..... 54

1.6 Instrumentos para medidas do estilo cognitivo na dimensão verbal-imagética..... 56

CAPÍTULO 2: MÉTODO..... 61
2.1 Objetivos e a natureza da pesquisa..... 62
2.1.1 Amostra..... 62
2.2 Design experimental 63
2.2.1. O Questionário Verbal e das Imagens Objeto Espacial para a medida dos estilos cognitivos – QVIOE..... 64
2.2.2. O Instrumento de Processamento Matemático – IPM..... 66
2.2.3. O Instrumento para o Reconhecimento das Formas e para a Antecipação dos Movimentos Imagéticos – IRFAMI..... 67
2.3 Material..... 73
2.4 As categorias de análise para os três instrumentos..... 73
2.5 Os procedimentos estatísticos para análise..... 77
CAPÍTULO 3: ANÁLISE DOS RESULTADOS........ 78
3.1 A revalidação do Questionário Verbal e das Imagens Objeto Espacial – QVIOE..... 79
3.1.1 O sistema de análise para encontrar evidências de validade na escala QVIOE..... 79
3.1.2 Análise descritiva da escala QVIOE..... 80
3.1.3 A análise da confiabilidade interna (α de Cronbach) da escala QVIOE.. 82
3.1.4 A análise das componentes principais - ACP: Um método tradicional e convencional que possibilita a redução de itens de uma escala..... 88
3.1.3.1. A configuração dos itens da escala após a redução pela ACP. 95
3.1.5 A análise de estrutura de similaridade- SSA: Um método alternativo para a redução de itens de uma escala..... 103
3.2 A identificação dos estilos cognitivos pelo critério de análise das médias..... 114
3.3 Análise das interações entre o gênero e escore alto para estilo cognitivo (exclusivos e híbridos). 118

3.4 O Instrumento de Processamento Matemático - IPM e as variáveis: registro de representação discursivo, sistema de visualização e desempenho..... 124
3.4.1 A resolução dos problemas do IPM e as categorias de análises 124
3.4.2 Exemplos dos registros de representações e sistemas de visualizações dos problemas do IPM..... 126
3.5.1 A análise descritiva..... 153
3.5.2 A análise de confiabilidade interna da escala IPM..... 153
3.6 As interações entre a variável do sistema de visualização (analógica) e do desempenho..... 154
3.7 As interações entre a variável do registro de representação (não analógico) e a variável do desempenho..... 162
3.8 As interações entre as variáveis das escalas QVIOE e IPM a partir procedimentos analíticos..... 165
3.8.1. As interações entre estilo cognitivo e desempenho dos estudantes - problema 1 a 5..... 165
3.8.2. As interações entre estilo cognitivo e desempenho dos estudantes - problema 6 a 10..... 170
3.8.3. As interações entre estilo cognitivo e desempenho dos estudantes - problema 11 a 15..... 174
3.9 As interações entre as variáveis das escalas QVIOE e IPM a partir procedimentos multivariados..... 179
3.9.1 A análise da homogeneidade entre estilo cognitivo e desempenho dos estudantes..... 180
3.9.1.1. A comparação dos autovalores (*eigenvalues*)..... 181
3.9.1.2. A comparação entre as medidas discriminatórias e os valores das dimensões..... 181
3.9.1.3. As projeções das medidas discriminatórias em planos bidimensionais..... 183

3.10 Análise de Regressão Logística..... 197
3.11 Análise das interações entre as variáveis: desempenho e os estilos cognitivos dos estudantes..... 200
3.12 O Instrumento de Imagem para Reconhecimento da Forma e para Antecipação de Movimentos – IRFAM..... 203
3.12.1 A estatística descritiva..... 204
3.12.2 A confiabilidade estatística..... 205
CAPÍTULO 4: CONCLUSÕES E DISCUSSÕES..... 208
4.1. Conclusões e discussões..... 209
4.2. Considerações Finais..... 214
REFERÊNCIAS..... 216
ANEXOS..... 225
Anexo 1: TCLE/Termo de Consentimento Livre e Esclarecido..... 226
Anexo 2: QVIOE/Questionário Verbal e das Imagens Objeto/Espacial..... 228
Anexo 3:IPM/Instrumento de Processamento matemático..... 230
Anexo 4:IRFAMI/Instrumento de Reconhecimento da Forma e de Antecipação de Movimentos Imagéticos..... 231
Anexo 5: Resumo de trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Avaliação Psicológica..... 244
Anexo 6: Resumo de trabalho apresentado no CONPSI..... 245
Anexo 7: Resumo de trabalho apresentado no CIAEM..... 246

Listas de figuras

Figura 1 Esquema de planejamentos da discussão teórica..... 35

Figura 2 A única dimensão do estilo cognitivo (adaptado de Riding & Rayner, 2005)..... 41

Figura 3 As três dimensões do estilo cognitivo (adaptado de Kozhevnikov, 2007)..... 41

Figura 4 Ilustração baseada nas imagens obtidas pela fRMI para explorar os mecanismos neurais subjacentes diferenças individuais na capacidade de visualização do objeto e de visualização espacial. Recuperado em 06 de junho de 2011, de http://www.nmr.mgh.harvard.edu/mkozhevnlab/?tag=theoretical-model..... 43

Figura 5 A classificação cognitiva das representações conscientes. Esta classificação pode ser mais expandida, e incluir todos os tipos de representações. Podemos notar a existência de dois tipos heterogêneos de *imagens mentais*: os *quase perceptos* que são uma extensão da percepção (à direita) e as visualizações semióticas internalizadas (à esquerda). Ações como as físicas (rotação, deslocamento e separação) podem ainda ser realizadas em alguns *quase perceptos* e o seu custo de tempo pode ser medido por tempo de reação em tarefas de comparação (Duval, 1999, p. 25)..... 53

Figura 6 Exemplo de enunciado do item de instrução e prática..... 68

Figura 7 Exemplo do item para avaliar o desempenho em tarefa de cópia. Adaptado da tarefa de Maze (Eliot et al, 1981)..... 68

Figura 8 Exemplo e item para avaliar o desempenho em memória visual, de autoria de Silverman & Eals, (1992). Imagem reproduzida do artigo, com permissão dos autores, de James & Kimura (1997). Recuperado em 06 de junho de 2012, de http://www.indiana.edu/~panlab/papers/JtwKd.pdf..... 69

Figura 9	Exemplo de item para avaliar o desempenho na tarefa com figuras escondidas, na pintura A família do general, de Octávio Ocampo (1990). imagem reproduzida de A arte de Octavio Ocampo. Recuperado em 12 de setembro de 2009, de http://www.gallery4collectors.com/Thegenerals family. htm.....	69
Figura 10	Exemplo de item para avaliar o desempenho na composição com peças do Tangram.....	70
Figura 11	Exemplo de item para avaliar o desempenho em rotação da forma com a gravura Horseman, de Escher (1990). Imagem reproduzida de Math and the Art of M.C.Escher. Recuperada em 12 de setembro de 2009, de http://euler.slu.edu/escher/index.php/Math_and_the_Art_of_M._C._Escher	70
Figura 12	Exemplo de item para avaliar o desempenho na contagem de blocos. Cubo de Rubik's. Reproduzida de Website Official Rubik's. Recuperado em 26 de janeiro de 2012, de http://www.ohgizmo.com/2008/03/26/ official-rubiks-speed-cubing-kit/……..	71
Figura 13	Exemplo de item para avaliar o desempenho na rotação do bloco. A Tarefa de Rotação Mental de Shepard e Metzler foi retirada do original "Shepard and Metzler mental rotation task" de Shepard e Meltzler, 1971 (Eliot et al, 1981).....	71
Figura 14	Exemplo de item para avaliar o desempenho na dobradura de papel. A tarefa foi retirada do original Paper Folding Task desenvolvido por French; Ekstrom e Price, 1963 (Eliot et al, 1981)…….	72
Figura 15	Exemplo de item do IRFAMI para o avaliar o desempenho na atividade para o desenvolvimento da superficie…….	72
Figura 16	Exemplo de item do IRFAM para o avaliar o desempenho na atividade de perspectiva……	73
Figura 17	Reprodução parcial da ficha de julgamento das categorias para o IPM	76
Figura 18	Gráfico das componentes em rotação no espaço.....	103
Figura 19	Escalograma da configuração das 45 variáveis do estilo cognitivo.....	105

Figura 20 Escalograma da configuração das variáveis do estilo cognitivo após a exclusão de quatro variáveis da subescala imagem objeto..... 107
Figura 21 Escalograma de como se configuram as variáveis do QVIOE após a exclusão de variáveis para as três subescalas..... 110
Figura 22 Diagrama de árvore de possibilidades com as pontuações para as três subescalas..... 116
Figura 23 Gráfico das interações entre gênero e escore alto para cada subescala. 122
Figura 24. Gráfico das interações entre gênero e escore alto para cada subescala (exclusivos)..... 122
Figura 25 Reprodução do protocolo do estudante 248 B, relativo ao problema 1..... 127
Figura 26 Reprodução do protocolo do estudante 90 C, relativo ao problema 1..... 127
Figura 27 Reprodução do protocolo do estudante 21A relativo ao problema 2..... 128
Figura 28 Reprodução do protocolo do estudante 101C relativo ao problema 2..... 128
Figura 29 Reprodução do protocolo do estudante 101C relativo ao problema 2..... 129
Figura 30 Reprodução do protocolo do estudante 160E relativo ao problema 3..... 130
Figura 31 Reprodução do protocolo do estudante 64 B relativo ao problema 3..... 130
Figura 32 Reprodução do protocolo do estudante 469AI relativo ao problema 3..... 130
Figura 33 Reprodução do protocolo do estudante 101 C, relativo ao problema 4..... 131
Figura 34 Reprodução do protocolo do estudante 198 A, relativo ao problema 4..... 131
Figura 35 Reprodução do protocolo do estudante 241B relativo ao problema 5..... 132
Figura 36 Reprodução do protocolo do estudante 306C relativo ao problema 5..... 132
Figura 37 Reprodução do protocolo do estudante 309 A, relativo ao problema 6..... 134
Figura 38 Reprodução do protocolo do estudante 141 D, relativo ao problema 6..... 134
Figura 39 Reprodução do protocolo do estudante 332A, relativo ao problema 6..... 134
Figura 40 Reprodução do protocolo do estudante 443 AI relativo ao problema 7..... 135
Figura 41 Reprodução do protocolo do estudante 240B relativo ao problema 7..... 135
Figura 42 Reprodução do protocolo do estudante 262 B relativo ao problema 8..... 136
Figura 43 Reprodução do protocolo do estudante 263B relativo ao problema 8..... 136
Figura 44 Reprodução do protocolo do participante 284C relativo ao problema 9..... 137

Figura 45	Reprodução do protocolo do participante 55B relativo ao problema 9.....	137
Figura 46	Reprodução do protocolo do participante 281 C relativo ao problema 10...	138
Figura 47	Reprodução do protocolo do participante 448AI relativo ao problema 10....	138
Figura 48	Reprodução do protocolo do estudante 584EJAP relativo ao problema 10..	139
Figura 49.	.Reprodução do protocolo do estudante 383C relativo ao problema 10.....	139
Figura 50	Reprodução do protocolo do estudante 448AI relativo ao problema 11.....	141
Figura 51	Reprodução do protocolo do estudante 250B relativo ao problema 11.....	141
Figura 52	Reprodução do protocolo do estudante 321A relativo ao problema 11.....	141
Figura 53	Reprodução do protocolo do estudante 90C, relativo ao problema 12.....	142
Figura 54	Reprodução do protocolo do estudante 306 C, relativo ao problema 12.....	142
Figura 55	Reprodução do protocolo do estudante 503CTA relativo ao problema 13...	143
Figura 56	Reprodução do protocolo do estudante 443AI relativo ao problema 13.....	143
Figura 57	Reprodução do protocolo do estudante 377 B relativo ao problema 13.....	144
Figura 58	Reprodução do protocolo do estudante 506CTA relativo ao problema 14...	145
Figura 59	Reprodução do protocolo do estudante 288 C relativo ao problema 13.....	145
Figura 60	Reprodução do protocolo do estudante 491CTA relativo ao problema 14...	146
Figura 61	. Reprodução do protocolo do estudante 420AI relativo ao problema 14....	146
Figura 62	Reprodução do protocolo do estudante 457AI relativo ao problema 14.....	147
Figura 63	Reprodução do protocolo do estudante 292C relativo ao problema 14.....	147
Figura 64	Reprodução do protocolo do estudante 383C relativo ao problema 14.....	148
Figura 65	Reprodução do protocolo do estudante 43B, relativo ao problema 15.....	149
Figura 66	Reprodução do protocolo do estudante 60B, relativo ao problema 15.....	149
Figura 67	Reprodução do protocolo do participante 292C, relativo ao problema 15...	150
Figura 68	Reprodução do protocolo do participante 102C, relativo ao problema 15...	150
Figura 69	Reprodução do protocolo do participante 138 D, relativo ao problema 15..	151
Figura 70	Reprodução do protocolo do participante 443AI, relativo ao problema 15..	151
Figura 71	HOMALS. Relação de homogeneidade entre o estilo cognitivo e desempenho inadequado e adequado no problema 1.....	184
Figura 72	HOMALS. Relação de homogeneidade entre o estilo cognitivo e desempenho inadequado e adequado no problema 2.....	184

Figura 73 HOMALS. Relação de homogeneidade entre o estilo cognitivo e desempenho inadequado e adequado no problema 3..... 185
Figura 74 HOMALS. Relação de homogeneidade entre o estilo cognitivo e desempenho inadequado e adequado no problema 4..... 185
Figura 75 . HOMALS. Relação de homogeneidade entre o estilo cognitivo e desempenho inadequado e adequado no problema 5..... 187
Figura 76 HOMALS. Relação de homogeneidade entre o estilo cognitivo e desempenho inadequado e adequado no problema 6..... 187
Figura 77 HOMALS. Relação de homogeneidade entre o estilo cognitivo e desempenho inadequado e adequado no problema 7..... 189
Figura 78 HOMALS. Relação de homogeneidade entre o estilo cognitivo e desempenho inadequado e adequado no problema 8..... 189
Figura 79 HOMALS. Relação de homogeneidade entre o estilo cognitivo e desempenho inadequado e adequado no problema 9..... 190
Figura 80 HOMALS. Relação de homogeneidade entre o estilo cognitivo e desempenho inadequado e adequado no problema 10..... 190
Figura 81 HOMALS. Relação de homogeneidade entre o estilo cognitivo e desempenho inadequado e adequado no problema 11..... 192
Figura 82 HOMALS. Relação de homogeneidade entre o estilo cognitivo e desempenho inadequado e adequado no problema 12. 192
Figura 83 HOMALS. Relação de homogeneidade entre o estilo cognitivo e desempenho inadequado e adequado no problema 13. 193
Figura 84 HOMALS. Relação de homogeneidade entre o estilo cognitivo e desempenho inadequado e adequado no problema 14. 193
Figura 85 HOMALS. Relação de homogeneidade entre o estilo cognitivo e desempenho inadequado e adequado no problema 15. 195
Figura 86 Resumo das variáveis que foram correlacionadas..... 210

Lista de Tabelas

Tabela 1	Ordem randomizada de aplicação dos instrumentos aplicados.....	64
Tabela 2	As categorias propostas na escala Likert no QVIOE.....	74
Tabelas 3	As categorias propostas na escala IPM analógica.....	74
Tabela 4	As categorias propostas na escala IPM não analógica.....	75
Tabela 5	As categorias propostas na escala IPM desempenho.....	75
Tabela 6	Confiabilidade estatística das três escalas (45 itens).....	82
Tabela 7	A estatística das três subescalas (45 itens).....	83
Tabela 8	A estatística item-total da escala imagem objeto.....	83
Tabela 9	A estatística item-total da escala imagem espacial.....	85
Tabela 10	A estatística item-total da escala verbal.....	86
Tabela 11	A primeira matriz dos componentes com rotação.....	90
Tabela 12	Comparação dos fatores entre os estudos realizados no Brasil e nos EUA - itens que apresentaram cargas fatoriais fracas em ambos os estudos.....	92
Tabela 13	Comparação dos fatores entre os estudos realizados no Brasil e nos EUA– itens que apresentaram cargas fatoriais fracas no Brasil e forte nos EUA...	93
Tabela 14	Comparação dos fatores entre os estudos realizados no Brasil e nos EUA– itens que apresentaram cargas fatoriais fortes no Brasil e fraca nos EUA...	94
Tabela 15	A segunda matriz dos componentes com rotação.....	94
Tabela 16	Itens que foram mantidos e seus fatores após a redução pelo método ACP	96
Tabela 17	A confiabilidade estatística das três escalas antes e depois da redução de itens.....	98
Tabela 18	Estatísticas da escala antes e depois da redução de itens.....	98
Tabela 19	Estatística item-total subescala imagem objeto.....	99
Tabela 20	Estatística item-total da subescala imagem espacial.....	100
Tabela 21	Estatística item-total da subescala verbal.....	101
Tabela 22	Comparação dos fatores dos itens 6, 12, 15 e 20 para os estudos realizados no Brasil e nos EUA.....	106
Tabela 23	Comparação entre os fatores para os itens 7, 10,25 e 42 subescala imagem espacial.	108

Tabela 24.	Comparação entre os fatores para os itens 8, 22, 24 e 41 subescala verbal..	109
Tabela 25	Comparação da confiabilidade da escala após a redução de itens.....	111
Tabela 26.	Itens que foram mantidos e as suas facetas após a redução pelo método SSA.....	112
Tabela 27	Cálculos dos valores para comparação com os escores dos estudantes.....	115
Tabela 28	Cálculos dos valores para comparação com os escores dos estudantes.....	115
Tabela 29	Cálculo do valor para considerar pontuação média para cada subescala.....	115
Tabela 30	Interações entre estilos e faixa etária.....	118
Tabela 31	Interações entre estilos e escolarização.....	119
Tabela 32	Interações entre a variável do sexo e a variável para o escore alto para estilo.....	120
Tabela 33	Interações entre as variáveis sexo e estilo cognitivo exclusivo imagem objeto.....	122
Tabela 34	Resumo da frequência com que ocorrem o desempenho e a representação analógica.....	152
Tabela 35	A estatística da confiabilidade da escala IPM.....	154
Tabela 36	A estatística da escala IPM.....	154
Tabela 37	As interações entre as variáveis: desempenho e sistema de visualização (analógica) para os problemas do IPM de 1 a 4.....	155
Tabela 38	As interações entre as variáveis: desempenho e sistema de visualização (analógica) para os problemas do IPM de 5 a 8.....	157
Tabela 39	As interações entre as variáveis: desempenho nos problemas do IPM de 9 a 12 e sistema de visualização (analógica).....	159
Tabela 40	As interações entre as variáveis: desempenho nos problemas do IPM de 13 a 15 e sistema de visualização (analógica).....	161
Tabela 41	As interações entre as variáveis: desempenho dos problemas do IPM 1, 5, 6 e 7 e os registros de representação discursivo (não analógica).....	163
Tabela 42.	As interações entre os estilos cognitivos e desempenho nos Problema 1 a 5.....	166

Tabela 43	As interações entre os estilos cognitivos e desempenho nos Problema 6 a 10.....	171
Tabela 44	As interações entre os estilos cognitivos e desempenho nos Problema 11 a 15.....	175
Tabela 45	As dimensões solicitadas e os autovalores para os problemas de 1 a 15.....	181
Tabela 46	As dimensões solicitadas e as medidas discriminatórias.....	182
Tabela 47	Resumo da análise de homogeneidade.....	196
Tabela 48	Análises de regressão logística considerando como variáveis independentes os escores em cada um dos fatores da escala QVIOE – Imagem Objeto, Imagem Espacial e Verbal e como variável dependente o desempenho em cada um dos problemas do IPM.....	198
Tabela 49	As interações entre as variáveis desempenho nos problemas e os estilos cognitivos dos estudantes.....	200
Tabela 50	As médias ordenadas dos estudantes com escore alto para estilo.....	201
Tabela 51	As médias dos grupos com estilos exclusivos.....	202
Tabela 52	As médias dos grupos com estilos exclusivos comparadas duas a duas.....	202
Tabela 53	A confiabilidade estatística.....	205
Tabela 54	A estatística da escala.....	205
Tabela 55	A estatística item-total para a escala para reconhecimento da forma.....	206

INTRODUÇÃO

Os diferentes domínios de reflexão nos campos teóricos e práticos, bem como a Psicologia Cognitiva, a Psicologia do Desenvolvimento, a Educação e a Educação Matemática que focalizam a cognição matemática vinculam a resolução de problemas a processos complexos do pensamento. Nesta esfera, existem pontos que suscitam variadas discussões que acenam para a necessidade de mudanças. A resolução de problemas enquanto processamento matemático é composta por transformações como a mudança de registro e por possibilidades semióticas para gerar uma nova representação, ou seja: a representação de um mesmo objeto é traduzida para outro tipo de registro por meio de transformações que envolvem conversões, tais como as passagens da línguagem verbal para o registro discursivo algébrico e de um registro discursivo algébrico (ex. uma equação) para uma representação gráfica. Os estilos cognitivos envolvem construções interativas nas respostas sociais, educacionais, profissionais e outros requisitos ambientais (Kozhevnikov, 2007). Representam diferenças individuais e como variáveis da cognição, da percepção e da personalidade influenciam os métodos de perceber, de organizar e de representar a informação na resolução de problemas (Messik, 1995; Witkin, Goodenough & Oltman, 1979).

Considerando-se a natureza do presente trabalho, optar-se-á pela adoção do referencial teórico de autores próprios do campo da Psicologia, que investigaram e que discutiram o funcionamento cognitivo (Duval, 1999, 2003; Piaget & Inhelder, 1971 e Kozhevnikov et al, 2007). Tal opção justifica-se pelo fato de que, nessas perspectivas, o interesse focaliza-se na descoberta e na explicação dos mecanismos psicológicos, envolvendo os estilos cognitivos e as transformações e conversões semióticas implicadas na resolução de problemas matemáticos.

Existe uma discussão na literatura sobre a utilidade do modelo unidimensional num contínuo verbal-imagético para compreender os principais modos da representação da informação (Paivio, 1971; Richardison, 1994; Marks, 1973; Riding Taylor, 1976). Outras discussões apontam que as representações visuais e as manipulações dessas representações são importantes para as resoluções de problemas (Kosslyn, 1995). Por outro lado, há quem coloque que o uso de sistema de visualizações não garante uma abordagem adequada para a resolução de um problema e, ao contrário, poderia levar o estudante ao erro (Lean & Clements, 1981; Presmeg, 1992). Para Hegarty et al (1999), a habilidade espacial

correlaciona-se positivamente com a compreensão matemática e a preferência para processar a informação visualmente se correlaciona com o desempenho matemático.

Blazhenkova e Kozhevnikov (2009), em estudo recente, investigaram o modo do funcionamento cognitivo e apontaram evidências empíricas de que existiria uma dupla qualidade das imagens mentais. Para essas autoras, existem diferenças individuais que prevalecem nas formas de lidar com as imagens: (i) os visualizadores que focalizam cores, detalhes, formas e nitidez, aspectos relacionados ao objeto, nas quais esses visualizadores imagéticos do objeto usam a imaginação para construir imagens nítidas de alta resolução de objetos individuais e (ii) os visualizadores imagéticos espaciais, os quais utilizam imagens para representar e transformar as relações espaciais. Tais achados possibilitam avaliar as características das representações que até então, na literatura, (Paivio, 1971; Richardson, 1977; Krutetskii, 1974) eram mensuradas através de instrumentos de escala unidimensional que variava de um extremo verbal a outro extremo imagético.

Blazhenkova e Kozhevnikov (2009) apresentaram, ainda, uma nova escala tridimensional (verbal, imagem objeto e a imagem espacial), tendo em vista as diferenças apresentadas pelos indivíduos, suas preferências, bem como suas representações mentais e se opondo à escala unidimensional (verbal-imgética) que já vinha sendo discutida na literatura há algum tempo. Nessa direção, as investigações têm avançado sobre os estilos cognitivos que se constituem num construto indicador das preferências das pessoas em relação a seus modos de representações: verbais ou imagéticos.

A literatura, antes dos trabalhos de Blajenkova, Kozhevnikov e Motes (2006) e de Blazhenkova e Kozhevnikov (2009) polarizava, unidimensionamente, a questão sobre as diferenças individuais das representações, isto é, as características das representações eram dimensionadas por modalidades verbais ou imagéticas. Seus estudos apontam para a existência de diferentes qualidades das imagens mentais: as imagens presas ao meramente perceptivo, focalizando as características sensíveis do objeto no mundo real ou as imagens mais abstratas em que as características se distanciam do mundo real, focalizando as relações como por ex. as relações espaciais. Entretanto, Blazhenkova e Kozhevnikov (2009) não relacionaram essas diferenças no lidar com as representações mentais na resolução de problemas matemáticos ao funcionamento cognitivo relacionado às transformações semióticas e às conversões, sejam elas analógicas ou não analógicas.

Hegarty e Kozhevnikov (1999) examinaram as relações quantitativas entre o uso de diferentes tipos de imagens na resolução de problemas matemáticos. As autoras analisaram a

relação entre habilidade visual, a habilidade espacial, e a resolução de problemas matemáticos e o sistema de visualização que foi classificado como representação esquemática e a representação pictórica. Apontaram, ainda, que a habilidade visual e a habilidade espacial afetam a resolução de problemas matemáticos, bem como indicaram diferenças nos sistemas de visualizações utilizados pelos estudantes ao resolverem problemas de matemática: o pictórico e o esquemático. Diferenças essas que estão relacionadas às habilidades visuais e às habilidades espaciais. O trabalho de tais autoras serviu como inspiração para o desenvolvimento desta investigação.

Essa discussão que envolve resolução de problemas, habilidades visual e espacial e sistemas de visualizações pode ser considerada como a ponta do iceberg de grandes discussões que se desenvolveram ao longo da literatura sobre a cognição. Duval (1999, 2003) coloca que estão 'em aberto' questões de pesquisa sobre quais sistemas cognitivos são necessários mobilizar para acessar os objetos matemáticos e quais sistemas cognitivos são necessários para realizar as transformações e conversões no tratamento matemático e, mais especificamente, na resolução de problemas. Piaget (1971) explica que, quanto aos sistemas cognitivos, existem relações entre as imagens e os conceitos para o funcionamento cognitivo, ao longo do desenvolvimento, e propôs que as representações dos conceitos matemáticos estão relacionadas à criação de imagem e essa relação se modifica ao longo do desenvolvimento da criança até a fase adulta.

Como colocado na revisão e na fundamnteção teórica, o modo do funcionamento cognitivo foi discutido a partir de três correntes da cognição, duas delas conflitantes: a que se relaciona com as tranformações e conversões semióticas (Duval, 1999; 2003) e a que se relaciona com conceitos e imagens mentais (Piaget, 1971), com referência à resolução de problemas matemáticos. Com base nas evidências empíricas que têm sido apresentadas por diferentes autores, foi aqui formulado um problema de pesquisa que busca aprofundar o conhecimento a respeito do funcionamento cognitivo envolvido na solução de problemas relacionados às representações analógicas e não analógicas e ao desempenho na solução de problemas, a saber:

Como os estilos em três dimensões se relacionam aos tipos de registros de representação, ao sistema de visualização e ao desempenho nos problemas matemáticos?

Essa pergunta ampla foi desdobrada nos seguintes questionamentos, visando ao aprofundamento acerca das relações estabelecidas entre estilo cognitivo e resolução de problemas matemáticos.

1. É possível verificar, a partir do Questionário Verbal e das Imagens Objeto Espacial – QVIOE aplicado, se existem as similaridades e as diferenças entre o modo de funcionamento cognitivo em relação aos estilos dos estudantes? Como as características sociais: sexo, escolaridade e idade se relacionam com o estilo cognitivo?

2. É possível verificar, a partir do Instrumento de processamento Matemático-IPM aplicado, como ocorrem as interações entre desempenho e as representações analógicas e as interações entre desempenho e as representações não analógicas?

3. É possível verificar, relacionando os dados coletados por ambos os instrumentos, a interação entre os estilos cognitivos dos estudantes e o desempenho na resolução de problemas? Como se relacionam os estilos cognitivos dos estudantes e o sistema analógico e não analógico de representação dos problemas matemáticos?

Este trabalho baseia-se na teoria dos estilos cognitivos avaliados nas três dimensões: verbal, imagem objeto e imagem espacial de Kozhevnikov, Kosslyn & Shephard (2005). Também, baseia-se na teoria dos "Registros de Representação Semiótica", de Raymond Duval, sobre os diversos registros de representação discursivos (não analógico) e sistemas de visualização (analógico) e a teoria de Piaget e Inhelder (1971) propondo que as representações dos conceitos matemáticos estão relacionadas à criação de imagem e essa relação se modifica ao longo do desenvolvimento da criança até a fase adulta.

Na revisão bibliográfica feita anteriormente, pode-se observar a necessidade de pesquisas que relacionam os sistemas cognitivos, com as transformações e as conversões semióticas necessárias à resolução de problemas matemáticos, o que levou à construção da seguinte hipótese:

Estudantes com escore alto para estilo imagem espacial estão associados ao melhor desempenho na resolução de problemas matemáticos, enquanto que os estudantes com escore alto em estilos cognitivos imagem objeto estão associados ao pior desempenho na resolução de problemas, porque para resolver os problemas é preciso ter atenção com as relações relevantes do problema e não às características meramente perceptivas do objeto.

Nesse sentido, o estudante com escore alto para o estilo imagem objeto que adota a representação analógica não garantiria uma abordagem adequada e, sim poderia ser levado a uma abordagem do problema matemático com erro.

Em face ao acima exposto, o presente estudo tem por objetivos gerais investigar a relação entre os estilos cognitivos e o desempenho, os diversos registros de representação discursivo e os sistemas de visualização que estudantes do ensino médio e do EJA, em uma escola pública federal do Estado de Alagoas, utilizam para resolverem problemas matemáticos, envolvendo conceitos aritméticos, algébricos e/ou geométricos.

De forma especifica:

(i) analisar as interações entre os estilos cognitivos dos estudantes na resolução dos problemas que, além de serem relacionadas ao desempenho e às representações analógica e não analógicas, possam também ser relacionadas à variável sexo;

(ii) verificar como ocorrem as interações entre desempenho/representações analógicas e as interações entre desempenho/representações não analógicas;

(iii) buscar as evidências de validade e fidedignidade de construto nos instrumentos utilizados;

(iv) compreender como os diferentes estilos cognitivos baseados em medidas introspectivas estão relacionados à distinção entre as preferências por se expressar verbalmente, com imagens espaciais ou com imagens-objeto.

(v) compreender como a preferência e o desempenho dos participantes, revelados diante de tarefas com imagens para reconhecimento do objeto ou para antecipação de transformações ocorridas com objeto, podem apresentar aspectos distintos dos participantes como visualizadores do objeto e visualizadores espaciais,

(vi) compreender a relação entre os estilos cognitivos tridimensionais e as preferências representacionais apresentadas no desempenho e as estratégias adotadas pelos participantes ao resolveram problemas matemáticos envolvendo conceitos aritméticos, algébricos e/ou geométricos;

(vii) compreender como as variáveis: sexo, escolaridade e idade interferem no desempenho em resolução de problemas;

(viii) analisar o desempenho dos estudantes com pontuação alta para os estilos cognitivos: verbal, imagem objeto e imagem espacial nos problemas matemáticos.

Ressalta-se, ainda, que a Tese está estruturada em quatro capítulos. A introdução apresenta a pesquisa no campo de outras investigações, a problemática e os objetivos. No Capítulo 1 apresentam-se os estudos teóricos e empíricos que estão subsidiando as reflexões para a realização dessa investigação. No Capítulo 2 descreve-se o método construído para investigar as questões em aberto discutidas no capitulo anterior. O Capítulo 3 destina-se à

exposição dos resultados encontrados nesta investigação e à discussão desses dados à luz da literatura. Por fim, o Capítulo 4 destina-se a uma discussão geral dos resultados encontrados nesta pesquisa, frente à revisão de literatura apresentada ao longo de seu desenvolvimento e os objetivos inicialmente propostos.

CAPÍTULO 1

Fundamentação teórica

1.1. Discussão teórica na literatura sobre os modelos de funcionamento cognitivo

O importante papel que a resolução de problemas representa para a compreensão matemática envolve uma corrente da cognição: a aquisição de conceitos matemáticos e, uma outra corrente da cognição, a capacidade de mudança de registro, isto é, a realização das conversões apropriadas para o desenvolvimento do raciocínio de quem resolve o problema.

A resolução de um problema matemático depende do desenvolvimento da capacidade mental de representação semiótica e envolve modificações dessas representações que precisam da apropriação e do domínio desses sistemas (Duval, 2003). E, também, é uma função comum invariante a todas as idades e a todas as fases do desenvolvimento, enfim, resolver um problema é uma ação desencadeada por uma necessidade do pensamento (Piaget, 1991).

A proposta do presente trabalho foi investigar sobre a descoberta e a explicação dos mecanismos psicológicos envolvidos na resolução de problema a partir de uma discussão, envolvendo três teorias cognitivas. A teoria dos estilos cognitivos em três dimensões explica o funcionamento cognitivo sobre as representações mentais, entretanto, não dá conta dos registros de representação na resolução de problemas. Sendo necessárias, então, duas outras teorias que embora conflitem sobre os funcionamentos cognitivos foram importantes para compreensão delas próprias. Piaget, no seu modelo de funcionamento cognitivo concebe que os conceitos representam os pensamentos, e juntos com as imagens mentais se opõem às imagens gráficas que são os aspectos figurativos da representação. Em um outro modelo para o funcionamento cognitivo, Duval (1999, 2003) considera que os sistemas semióticos deveriam estar integrados à arquitetura cognitiva das pessoas como estruturas essenciais ao funcionamento do pensamento.

Piaget e Inhelder (1971) relacionam o pensamento e as representações por meio dos signos verbais e dos símbolos imagéticos. É esta teoria que explicará a interface que envolve as variáveis das diferenças individuais no que se refere ao pensamento e ao mundo externo, um mundo mediado por signos verbais e símbolos imagéticos. É um desafio esclarecer as interações entre o estilo e as demais variáveis nos seus efeitos sobre o comportamento e o desempenho na resolução de problemas. Por exemplo, ao resolver um problema, o estudante produz imagens gráficas que são resultados de aquisição conceitual e se modificam ao longo do desenvolvimento segundo o modelo piagetino. No modelo duvaliano, quando um estudante resolve um problema, os registros de representação analógico e não analógico

pode indicar a compreensão matemática em função da mudança dos registros. Os registros de representação dos estudantes fazem parte de um importante caminho para identificar aspectos operacionais do raciocínio matemático. Partindo desse pressuposto, neste estudo, a análise das imagens gráficas produzidas pelos estudantes focalizará os aspectos figurativos que serão estudados não somente em direção aos resultados da resolução de problemas, mas no sentido de revelar as características qualitativas desse processo de resolução, especificamente dos caminhos utilizados para atingir os resultados, antes de índices quantitativos restritos a indicadores numéricos.

As investigações em Psicologia Cognitiva assumem como pressuposto básico que a atividade cognitiva é descrita por símbolos, esquemas, imagens, ideias, estilos cognitivos e outras formas de representação mental, o chamado *nível de representação*. Segundo Gardner (1996), existem divergências na Psicologia Cognitiva sobre como o nível de representação mental está configurado, se em: i) uma única forma de representação mental (proposições ou enunciados); ii) duas formas de representação mental imagéticas (imagem) ou verbal (proposições); (iii) múltiplas representações, sendo impossível determinar qual delas é a correta.

O nível de representação é importante para a compreensão dos aspectos representacionais que prevalecem: para algumas pessoas, o modo verbal; para outras, tem prevalecido o modo imagético (ou visual) de representação do pensamento. Tais aspectos direcionaram as pesquisas voltadas para as características individuais tão importantes para revelar as diferenças aparentes das pessoas como: algumas são organizadas, enquanto outras não; algumas têm fluência verbal e outras não; e existem aquelas que compreendem mais por imagem e outras mais por palavras. Estabelecer o quanto uma pessoa tem mais uma característica do que outra não é tarefa fácil nas pesquisas em Psicologia. Existe uma tentativa de se compreender se tais diferenças evidenciadas quando os estudantes desempenham tarefas matemáticas, estão relacionadas com o desempenho dos estudantes diante de tarefas cotidianas, no seu modo de ser e de pensar em outras tarefas no dia-a-dia.

1.2. O significado de *problema* e o significado de *resolução de problema*

A resolução de problemas tem ligação com a construção de significados, tornando o problema uma tarefa matemática privilegiada para a aprendizagem, visto que essa construção está relacionada às coordenações entre as operações conceituais e as imagens mentais e

representações semióticas. As tarefas matemáticas ou os problemas prototípicos escolares são questões desenvolvidas para o contexto escolar e em alguns casos não seria possível torná-la um situação-problema matematizável no dia-a-dia.

O termo *problema* pode fazer referência a situações problemáticas muito diferentes entre si em função das características das pessoas que nelas se encontram e depende de suas expectativas e do contexto que produz a situação (Echeverria & Pozo, 1994). Assim, psicologicamente, o que pode ser problema para um indivíduo em um certo contexto poderá não ser assim considerado por um outro indivíduo nesse mesmo contexto. Pode-se ter, ainda, em um nível psicológico, um mesmo indivíduo lidando com um certo contexto e uma certa situação que em um certo momento os encare como um problema, enquanto que, em outros momentos não os encare como tal. Além disso, como Echeverría (1998) aponta, há muitos sentidos que são atribuídos pelos professores à expressão solução de problema: para caracterizar diversas situações, tais como realização de exercícios menos repetitivos, para tomada de decisão em diferentes contextos ou para pensar matematicamente. E também, na própria literatura científica, essas diferenças de sentidos também têm sido encontradas, como componente psicológica, como componente de um currículo nas três áreas em que tal atividade parece ser mais relevante, a saber: em Matemática, em Ciências da Natureza e nas Ciências Sociais.

Considerando a componente psicológica, Saviani (1980) estabelece uma diferenciação entre um *problema* e uma mera *questão* e apontando que a essência de um problema reside na consideração da necessidade de sua solução pelo sujeito e não apenas no desconhecimento de sua resposta. Nesta mesma perspectiva, Medeiros (1987) discute sobre a relação de busca de compreensão e de solução do problema que se estabelece entre o sujeito - que precisa estar intelectualmente ativo - e o problema como uma apropriação mútua e relativamente duradoura. O sujeito tenta se apropriar do problema e é ao mesmo apropriado por ele. Em outras palavras, dá-se uma relação de apropriação entre ambos, o sujeito e o problema. O sujeito realmente necessita resolver o problema e tal solução necessita da participação intelectualmente ativa deste sujeito que busca aprender.

Grossinckle (1968) aponta a resolução de problemas como sendo uma alta forma de pensamento reflexivo e defende o pensamento quantitativo como a sua base efetiva. Esse pensamento quantitativo, dentre outras funções, envolve a conversão da expressão oral e escrita em ideias numéricas.

Alguns autores colocam que fazer Matemática é, em sua essência, resolver problemas onde não se tem um caminho prévio para chegar à resposta, visto que, "*a resolução de um problema ocorre quando um indivíduo procura responder a uma questão para a qual ele não tenha estratégias prontas para determinar a resposta*" (De Vault,1981, p.40) e "*um problema é uma situação a qual um indivíduo ou grupo quer ou necessita resolver e para a qual não dispõe de um caminho rápido e direto que o leve à solução*" (Lester, 1982, p.18). Nesta perspectiva, o ato de resolver um problema envolveria um grupo de execuções de ações para chegar-se à solução de uma situação para a qual quem resolve não dispõe de caminhos diretos para resolvê-la.

As investigações em resolução de problemas matemáticos podem focalizar o tipo de problema; as características individuais de quem resolve; os resultados de instrução e como os problemas são resolvidos e, também, como podem envolver um pouco de cada um desses aspectos visto que a apropriação entre quem resolve e o problema a ser resolvido não permite um único olhar.

As investigações que abordam as *tarefas* têm tornado-se uma prioridade devido às elevadas taxas de insucesso em tarefas escolares. O interesse dessas investigações está voltado, dentre outras coisas, para o conteúdo, para a estrutura do problema, para a sintaxe, para os problemas escolares e aqueles problemas da vida cotidiana.

Os estudos que procuram identificar características pessoais de *quem resolve o problema* tentam explicar como essas características interferem nas suas tentativas de resolução de problemas. Pessoas diferentes reagem a situações problemáticas de formas diferentes. Algumas características do indivíduo apontadas são a experiência prévia, os conceitos prévios, a idade, a resposta afetiva e a tolerância ao fracasso. E neste presente estudo, aqui colocado, pretende-se identificar como os estilos cognitivos verbal, imagem objeto e imagem espacial se relacionam com a resolução de problemas.

As linhas teóricas voltadas para a *instrução* são, provavelmente, onde se concentra o maior número de investigações, não só em Matemática, mas também em outras áreas como a Física. Em Matemática, dentre outros, podemos citar principalmente Polya e seus seguidores, que defenderam que "*um dos mais importantes deveres do professor é de auxiliar os seus alunos, o que não é fácil, pois exige tempo, prática, dedicação e princípios firmes*" (1978, p.1). Autores como Dewey (1936) e Polya (1978) apresentaram propostas para sistematizar a resolução de problemas. Para Dewey (1936), o processo de resolução de problemas passa por

cinco etapas logicamente diferentes: a identificação (reconhecimento) do problema; a definição e a classificação do problema; a produção de hipóteses sobre as possíveis soluções; o desenvolvimento dessas etapas e a dedução de suas propriedades e a comprovação das hipóteses. E Polya enfoca a possibilidade dos estudantes chegarem às indagações chamadas de fases para resolver um problema. Essas fases seriam os princípios da descoberta, pois o autor acreditava que existiria uma arte da descoberta que se acentuaria na aprendizagem. A aprendizagem desses princípios foi traçada em um plano global, proposto em seu livro Como Resolver Problemas (How to Solve It), que envolveria fases como: *compreensão do problema; estabelecimento de um plano; execução do plano e retrospecto* (Polya, 1978).

E, finalmente, as investigações voltadas para o *process*o, preocupam-se com as atividades mentais envolvidas quando uma pessoa é confrontada com uma situação problemática, incorporando os três fatores comentados acima, isto é, a tarefa, a pessoa que resolve e a instrução. Le Blanc (1977) aponta que é muito mais fácil adquirir uma habilidade para calcular ou compreender um conceito do que adquirir a habilidade para a resolução de problemas, pois esta requer "*que um indivíduo adquira um grupo de processos que são trazidos para guiar uma situação de confronto individual*" (p.16). Krutetskii (1976), em seu estudo sobre as habilidades matemáticas, criticava as pesquisas que utilizavam testes psicométricos, pois, segundo ele, essas pesquisas estariam apenas interessadas nos resultados e não nos processos mentais de resolução dos problemas matemáticos.

Câmara e Lima (2010) diferenciam o problema, associando a dois tipos de metodologias com objetivos diferentes. Em uma metodologia, é priorizada a transmissão do conhecimento e em outra, o estudante é colocado em papel de destaque no processo de aprendizagem. Os autores colocam que dependendo dos tipos de metodologia envolvida pode-se ter: o problema fechado, o problema aberto e as situações-problema. O primeiro, problema fechado, se caracteriza por uma aplicação de conhecimentos já supostamente aprendidos pelo estudante.

> Nesse caso, já de antemão, o estudante é conduzido a identificar o conhecimento a ser utilizado em sua resolução, sem que haja maiores estímulos à construção de conhecimentos e à utilização do raciocínio matemático. O uso exclusivo desse tipo de problema consegue mascarar a efetiva aprendizagem, à medida que, ao antecipar o conhecimento em jogo na situação, o estudante atua de forma mecânica e, muitas vezes, sem construir significado, na resolução do problema (Câmara & Lima, 2010, p. 9).

O segundo, o problema aberto, é uma proposição em que o enunciado apresenta o mínimo possível de dados numéricos, caracterizando-se como uma situação ambígua. Segundo Pérez et al (1998), o exagero que ocorre no enunciado das tarefas relativo à indicação dos dados, como também todas as condições de existência, responde a concepções tradicionais. Comparando situações abertas com situações fechadas, Perez et al vêem que as situações fechadas "*orientam incorretamente a resolução e as práticas de ensino com situações abertas constituem um passo essencial para desbloquear o ensino de resolução de problemas e suas limitações"* (1988, p.134*).* Estudos da área têm apontado, segundo Pérez et al, dúvidas a respeito da "*possibilidade de eliminar os dados e precisões dos enunciados habituais e construir enunciados mais abertos capazes de gerar uma resolução de acordo com as características do trabalho científico*" (1988, p.134). Sobre isto, Pérez et al têm estado otimistas e alegam terem constatado na prática tal possibilidade de tradução dos problemas tradicionais habituais para problemas abertos.

E, finalmente, as situações-problema, quando uma pessoa é confrontada com uma situação problemática, espera-se que já tenha sido vivenciada por ela. Nessas situações, elas são chamadas a mobilizar os conhecimentos sistematizados que incluem os conceitos, as relações entre os conceitos, linguagem própria e procedimentos técnicos. Tais conhecimentos só ganham significado se forem ligados, de forma eficaz, às experiências práticas. Para serem resolvidas, as situações-problema requerem que quem as resolve tenha a capacidade de administrar as mais diferentes situações da vida, pelo recurso a intuições, conceitos, princípios, informações, métodos e técnicas, resultantes de suas experiências pessoais. Le Blanc aponta que é muito mais fácil adquirir uma habilidade para calcular ou compreender um conceito do que adquirir a habilidade para a resolução de problemas, pois esta requer "*que um indivíduo adquira um grupo de processos que são trazidos para guiar uma situação de confronto individual*" (1977, p.16).

Apesar das diferenças dos objetivos entre os problemas fechados e os problemas abertos e as situações-problema, a forma de conduzir as atividades envolvendo esses tipos de problemas não diferem, pois nos três tipos de problemas espera-se que quando os estudantes são apresentados aos problemas, eles realizem tentativas de resolução, estabeleçam hipóteses e em seguida passem a testá-las e a validar os seus resultados (Câmara & Lima, 2010).

Buscando identificar se as características pessoais dos estudantes interferem em suas resoluções de problemas, partiu-se neste presente estudo, de uma discussão teórica que

envolve: os estilos cognitivos na concepção de Kozevnikhov, as imagens mentais numa concepção piagetiana e as representações semióticas numa perspectiva duvaliana.

Na esfera da perspectiva cognitivo-experimental, a grande contribuição dos pesquisadores do estilo na dimensão verbal-imagética tem sido conceber métodos e instrumentos que acessem e disponibilizem essa dimensão com precisão sobre a representação mental. Já a perspectiva piagetiana, ela permite explicar a relação entre imagem mentais e os conceitos no funcionamento do desenvolvimento cognitivo, comparando a evolução do pensamento simbólico da criança e o pensamento simbólico (ou representacional) do adulto, adotando o método de análise das representações imagéticas. E a teoria de Duval, por seu turno, desenvolveu um modelo de funcionamento cognitivo do pensamento em termos de mudança de registro de representação semiótica implicando em compreensão matemática.

Nesse estudo, os estilos cognitivos são apresentados como um modelo de funcionamento cognitivo e são relacionados às duas perspectivas teóricas que dão conta do funcionamento cognitivo dos conceitos e imagens mentais (Piaget & Inhelder, 1971) e dos sistemas de registro de representação Duval (1999). A seguir, apresentaremos brevemente aspectos desses modelos que foram relacionados nesta investigação:

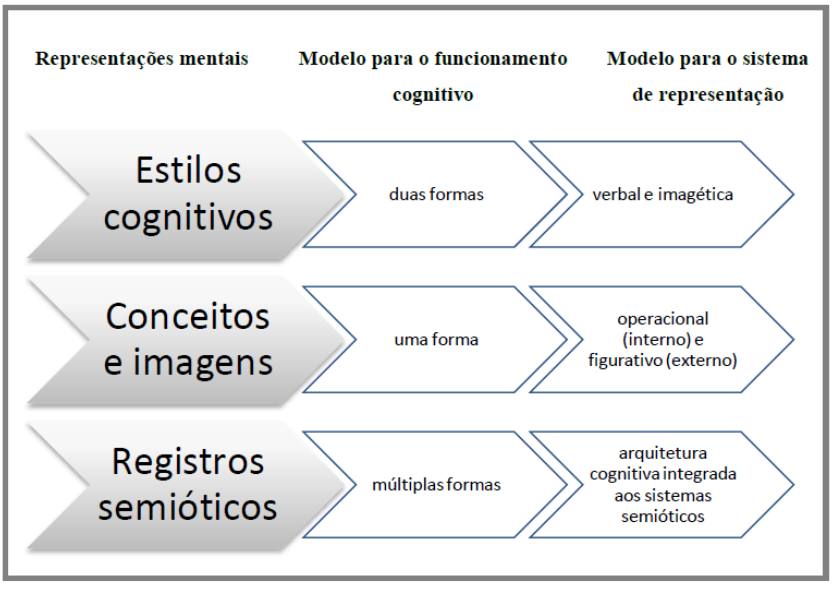


Figura 1. Esquema de planejamento da discussão teórica.

Piaget e Inhelder (1971) apontam que a análise das imagens gráficas produzidas pelos estudantes é um caminho para identificar aspectos do raciocínio matemático. Esse aspecto da cognição apontado pelos autores é caracterizado por uma dupla função das operações. Um

modelo, o externo, baseia-se nos estados visíveis da realidade externa em que ações do sujeito resultam em transformações apreendidas experimentalmente e podem ser verificadas. O outro modelo, interno, toma a forma de experiência cognitiva ou de dedução, cuja função das operações consiste em modificar o objeto de tal forma a apreender essas transformações. Duval (1999) diverge desse modelo que concebe a compreensão matemática conceitualmente (interno) e imagens gráficas (externo) produzidas pelos estudantes que são os aspectos figurativos, sejam um importante caminho para identificar aspectos do raciocínio. O autor aponta como condição primordial à compreensão matemática a pluralidade de registros de representação de um mesmo objeto e a articulação desses diferentes registros. Embora o modelo piagetiano e o modelo duvaliano sejam divergentes na forma de conceber o funcionamento cognitivo em relação ao conhecimento matemático, o estudo desses dois modelos possibilitou uma compreensão maior dos posicionamentos teóricos de ambos. Iniciam-se a seguir, as discussões sobre os estilos cognitivos enquanto três dimensões cognitivas (Blajenkova & Kozhevnikov, 2009); em seguida, apresentar-se-á o modelo teórico das imagens mentais de Piaget e Inhelder (1971) e finalizando, o modelo teórico das representações semióticas de Duval (1999, 2003).

1.3. Os estilos cognitivos e as correntes teóricas que defendem as representações duais para o funcionamento cognitivo

Os estilos cognitivos são construções interativas que se desenvolvem em resposta ao social, ao educacional, profissional e outros requisitos ambientais (Kozhevnikov, 2007). Representam diferenças individuais e como variáveis da cognição, da percepção e da personalidade influenciam os métodos de perceber, de organizar e de representar a informação na resolução de problemas (Messik, 1995; Witkin, Goodenough & Oltman, 1979). Também, os estilos são apresentados na literatura como um "*caminho para o grupo cultural e seus membros lidarem eficazmente com problemas encontrados na vida diária*" (Berry, Poortinga, Segall & Dasen, 2008, p. 137). Em Psicologia da Educação, têm sido reconhecidos como um construto chave na área das diferenças individuais no contexto da aprendizagem. Essas diferenças são aspectos relativamente fixados no desempenho de aprendizagem que influenciam as obtenções ou as realizações em situações de aprendizagem.

Os estilos cognitivos têm se referido a uma dimensão psicológica, representando competência no modo de funcionamento cognitivo do indivíduo, particularmente, como ele

processa informações (Kozhevnikov, 2007). Também, encontram-se na literatura, definidos como atitude estável, preferência ou estratégias habituais que determinam os modos dos indivíduos de perceberem, de lembrarem, de pensarem e de resolverem problemas.

Na atualidade sabe-se que as diferenças no funcionamento cognitivo existem mas sofrem interferência de outros fatores, por ex. as habilidades cognitivas. O crescente número de estudos em várias áreas aplicadas, como a educação, em várias áreas de trabalho estão descobrindo que pode ser um indicador de sucesso de um indivíduo em uma determinada situação (Kozhevnikhov, 2007). Na o campo da educação, os pesquisadores argumentaram que estilos cognitivos têm poder preditivo para a realização escolar (Sternberg & Zhang, 2001).

Os estilos cognitivos sofrem influencias de correntes teóricas que concebem o pensamento por meio de representações duais: os códigos verbais e os códigos imagéticos. Essa dualidade na concepção das representações mentais dadas por imagéticas (imagens) ou verbais (proposições), denomina-se na literatura por imagética analógica[1] e tem como os seus principais defensores Paivio (1971) e Kosslyn (1990).

Paivio (1971), com a *Teoria do Código Duplo* "Dual Coding Teory - DCT", entende que a informação pode ser representada por códigos de imagens mentais. Esses códigos podem ser os códigos analógicos, os quais preservam características análogas de estímulos que são observados e podem ser, também, os códigos por palavras que são, sobretudo, um código mental arbitrário que não tem semelhança em termos perceptivos dos estímulos observado. O autor explica que o comportamento e a experiência humana envolvem processos associativos e dinâmicos que operam sobre uma rica rede de modalidade de representações verbais ou por imagens.

Segundo Kosslyn et al (1990) as imagens mentais são representações de objetos, ambientes e eventos que não estão sendo percebidas pelos sentido, no instante, que estão sendo representados. Podem até representar algo que nunca foi percebido pelos sentidos em nenhum momento ou não existem foram criadas frutos da imaginação. Assim as imagens mentais estão relacionadas as representações mentais envolvendo diferentes tipos de sentidos tais como: a visão, a audição, o olfato ou o tato. As imagens visuais em relação as outras são

[1]O modelo analógico se opõe ao modelo proposicional o qual predomina a ideia de que a relação entre a representação e o conceito é arbitrária. As representações no modelo porposicional se fundam nas relações abstratas, que independem do contexto e, não são armazenadas na forma de imagens mentais, que lembram uma forma mais abstrata de uma proposição sendo em um sentido subjacente a uma relação específica entre conceitos Pylyshynm, (1973). Para os defensores do modelo proposicional, "*a imagética é um simples produto de regras e proposições codificadas simbolicamente*" (Gardner, 1996, p.350).

as que mais são relatadas nas pesquisas pela a maioria dos participantes. Para o autor as imagens visuais são usadas para resolver problemas e responder perguntas relacionadas as visualizações do objetos. A identificação de objetos e a representação mental da informação visual envolvem processos cognitivos de nível superior que contam com informações a respeito das propriedades dos objetos e dos acontecimentos armazenadas na memória do indivíduo. Por exemplo, diversos profissionais como projetistas, arquitetos, engenheiros, físicos e cientistas usam imagens mentais para pensar sobre várias estruturas em suas áreas de atuação (Sternberg, 2006). Entretanto, nem todo mundo tem a mesma facilidade para criar e manipular as imagens mentais.

Kosslyn et al (1990, 2003) em suas pesquisas conduzidas em laboratórios, com participantes adultos, buscou compreender de que forma as imagens são representadas nas suas mentes. Descobriram que, em condições experimentais, os participantes percebiam os efeitos imagísticos que nem mesmo os cientistas poderiam prever a partir da descrição verbal da tarefa. Entretanto, quando os participantes eram colocados diante de tarefas com imagens, percebia-se que alguns deles eram melhores nas tarefas para perceber detalhes dos objetos como as cores, as formas ou o tamanho, as relações percebidas, por ex. a tarefa para os participantes encontrarem figuras escondidas. As imagens mentais destes participantes foram diferenciadas como do tipo imagem objeto. Enquanto, outros participantes eram melhores nas tarefas para representar as relações e as transformações espaciais, as relações imaginadas, por ex. as tarefas para o participante imaginar um objeto girando. As imagens mentais desses participantes foram diferenciadas como do tipo imagem espacial. (Kozhevnikov, Motes & Hegarty, 2008; Kozhevnikov, Kosslyn & Shephard, 2009; Blajenkova, Kozhevnikov & Motes, 2006; Blajenkova & Kozhevnikov, 2009, Hegarty, & Kozhevinikov, 1999, Kozhevnikov, 2007). Essas diferenças observadas no desempenho dos participantes em tarefas com características imagísticas diferentes levaram o autor a considerar que existem diferenças na forma de representação nas imagens mentais denominadas: imagem objeto e imagem espacial.

1.3.1. Os estilos cognitivos e as dimensões do funcionamento cognitivo

Um dos problemas que envolvem as pesquisas em estilos cognitivos são as semelhanças entre a dimensões dos estilos cognitivos que encontradas na literatura[2], muitas delas tem denominações diferentes mas representam o mesmo modelo. Riding e Cheema (1991) após uma criteriosa revisão da literatura, identificaram e agruparam essas dimensões que se sobrepunham e concluíram que todas as dimensões poderiam ser agrupadas em duas dimensões: a wholístico-analítica[3] e a verbal imagética. A primeira, a wholístico-analítica, agrupa os modelos que focalizaram aspectos da organização cognitiva e a, segunda, agrupa os modelos que focalizaram aspectos da representação mental denominado verbal-imagética.

1.3.**1.1. A dimensão wholístico-analítica sobre a organização cognitiva.**

Os modelos desenvolvidos pelas investigações que relatam sobre os principais modos de *organização cognitiva,* focalizaram aspectos importantes dessa dimensão com tarefas para avaliar: a percepção; a assimilação de detalhes a e mudanças em informações novas; a deliberação de respostas rápidas; a resolução de problemas fechados ou abertos; a capacidade de trabalho com tarefas de aprendizagem; a aprendizagem com tarefas concretas; a referência em buscar algo familiar ou a novidade no processo de resolução de problemas; a preferência de procedimentos convencionais ou inovadores na resolução de problemas; e a capacidade de raciocínio em tarefas de aprendizagem por participação ativa ou reflexão passiva. Assim, as dimensões: *dependência-independência de campo* (Witkin et al, 1977); *impulsividade-reflexibilidade de reposta* (Kagan, 1966); *pensamento convergente divergente* (Guilford, 1967) e Hudson (1968); *holista-serialista* (Pask, 976). O *estilo de aprendizagem* foi focalizado por Gregorc (1982) que identificou quatro tipos de estilos de aprendizagem: i) o concreto seqüencial, ii) o concreto-randômico, iii) o abstrato-sequencial e iv) o abstrato-

---

[2] Os autores identificaram trinta dimensões na literatura nomeadas de forma diferente.

[3] Wholistic inclui o *todo* "whole" para indicar uma visão ampla, incluindo o termo holist que, tanto quanto holistic, indica uma inclusiva perspectiva biológica, psicológica e social (biopsicosocial ou triádica) (Valent, 1999, p.25).

3 Analítico na literatura de estilos cognitivo tem significados diferentes: analítico não se refere a um extremo da dimensão verbal- imagética e sim a outra dimensão, wholístico-*analítica* , proposta por Riding & Cheema, (1971) e a dimensão *analítico*-geométrica proposta por Krutetskii, equivalente a dimensão verbal-imagética referindo-se ao extremo verbal

randômico. Kirton (1994), com a teoria da adaptação-inovação, descreve sobre as preferências individuais nas formas de resolução de problemas.

Na literatura nacional, diversos autores tem feito pesquisas sobre tal temática. Bariani (1998) desenvolveu um instrumento para avaliar o estilo cognitivo de estudantes universitários, buscando a variação do estilo cognitivo dos participantes em quatro dimensões: dependência-independência de campo; pensamento convergente/divergente, holista/serialista e impulsividade/reflexividade. Em outro estudo, Pitta, Santos, Escher & Bariani (2000) verificaram através da opinião dos universitários, se havia impacto das experiências em Iniciação Científica sobre os seus estilos cognitivos e encontraram evidências sobre essas experiências que parecem ter sido de grande importância para a modificação dos estilos cognitivos dos bolsistas e trazendo benefícios para a formação do aluno. Frota (2010) focalizou as estratégias e os estilos de aprendizagem matemática, assumindo que os estilos de aprendizagem, assim como as estratégias de aprendizagem personalizadas, incorporam características pessoais. A autora coloca que a forma com que um aluno escolhe determinada estratégia estaria configurando um estilo de aprendizagem que seriam as estratégias de aprendizagem personalizadas (Frota, 2006, 2010). Desenvolveu um questionário cujo objetivo foi identificar os perfis de estilos de aprendizagem matemática de estudantes universitários.

1.3.1.2. A dimensão verbal-imagética sobre a representação mental.

Os modelos, apresentados na literatura que relatam, sobre os principais modos de processamento e representação da informação, enfrentam o desafio de desenvolver métodos e instrumentos mais precisos para acessar e disponibilizar esta dimensão. Para identificar quais estratégias cognitivas são escolhidas pelas diferentes pessoas, é necessário reconhecer o modo como se combinam os processos cognitivos com as representações mentais e, também, analisar a relação entre estilos cognitivos pessoais e as estratégias cognitivas as quais se recorrem e se empregam na resolução de problemas, o que se pretende analisar nesta proposta.

Existe uma discussão na literatura proposta por Kozhevnikov et al, (2008; 2005; 2006; 2009; 1999) que discorda da dimensão verbal-imagética ser unidimensional, caracterizando as imagens com variação ao longo de uma dimensão bipolar. Os autores propõem que a dimensão verbal imagética é tridimensional, assumindo que existem três tipos distintos de lidar com as representações como a resumida na figura dada a seguir:

Modelo para o estilo:
verbal e imagético

Figura 2. A única dimensão do estilo cognitivo (adaptado de Riding & Rayner, 2005).

Modelo para o estilo:
Verbal, imagem objeto e imagem espacial.

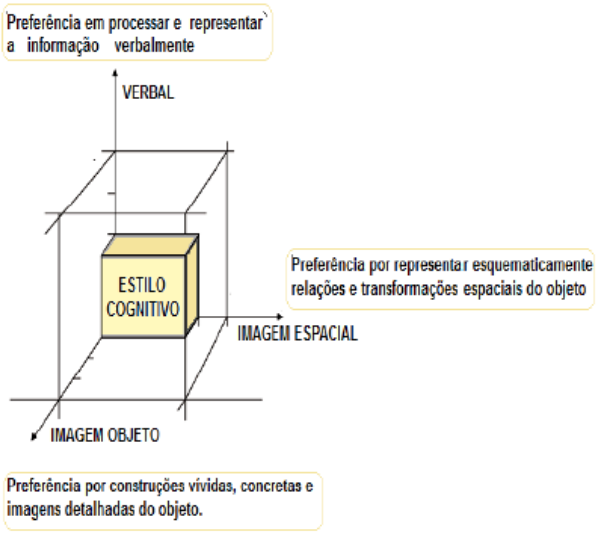


Figura 3. As três dimensões do estilo cognitivo (adaptado de Kozhevnikov, 2007)

O primeiro modelo, o unidimensional, para o estilo cognitivo verbal-imagético, Figura 2, teve início nos trabalhos de Galton, no final do século XX, que desenvolveu o primeiro questionário sobre a formação das imagens mentais, dando início a métodos operacionais de investigação psicológica. Solicitava que as pessoas relatassem sobre situações do dia a dia como, por exemplo, "*descrevessem a imagem, que guardavam em sua mente, de sua mesa desjejum, em certa manhã*" (Davis & Hersh, 1989, p. 345) e a partir das respostas das pessoas verificava as diferenças na maneira de pensar. Algumas pessoas conseguiam formar imagens vívidas, nítidas e precisas, entretanto, outras pessoas relatavam sobre imagens imprecisas e difusas (ou mesmo nenhuma imagem), pensavam principalmente com palavras.

Existiam as pessoas que pensavam tanto com imagens nítidas e com palavras, as duas modalidades, demonstrando preferência mais para uma do que para outra. Galton em sua autoavaliação fazia considerações sobre si mesmo: "sua própria imaginação visual era clara, porém lhe faltava fluidez verbal" (Davis & Hersh, 1989, p. 344).

Essa ideia ganha nova força com a *Teoria do Código Duplo*– DCT de Paivio (1971) que como já foi explicado anteriormente entende que a informação pode ser representada por códigos de imagens mentais que são códigos analógicos, preservando características análogas de estímulos que observamos e o código de palavras.

Kosslyn, (1990) defende que as imagens visuais são de dois tipos: as imagens objeto são usadas para a resolução problemas e para responder perguntas relacionadas aos objetos e suas características como cor, forma, textura, enfim o quanto as são imagens vívidas, com detalhes e nítidas. Por outro lado, as imagens espaciais são usadas para criar e manipular as imagens mentais, como as relações e as transformações espaciais dos objetos imaginadas, por ex., imaginar a dobradura antecipadamente de uma figura plana para obter um sólido em três dimensões. (Kozhevnikov, Motes & Hegarty, 2008; Kozhevnikov, Kosslyn & Shephard, 2005;Blajenkova, Kozhevnikov & Motes, 2006; Blajenkova & Kozhevnikov, 2009, Hegarty, & Kozhevinikov, 1999).

Reforçando os resultados obtidos de ambientes de laboratórios, as pesquisas são apoiadas pelo o uso de aparelhos que permitem acessar imagens dinâmicas da atividade cerebral obtidas pela técnica de *ressonância magnética funcional* ou RMIf. Por se tratar de uma técnica que avalia a atividade cerebral de forma dinâmica, a RMIf permite, também, detectar mudanças mais sutis do funcionamento cerebral e vem sendo muito empregada, atualmente, na avaliação de resultados de terapia da cognição. Nas pesquisas com o uso da RMIf, os participantes são submetidos a um campo magnético que possibilita diferenciar sinais obtidos durante a atividade cerebral de uma pessoa submetida à realização de uma tarefa dividida em duas fases: a fase ativa e a fase inativa. Na fase ativa, o participante desempenha a tarefa enquanto o aparelho o escanea, em seguida essa fase é alternada com uma fase de repouso, para novamente o participante ser submetido a uma tarefa complementar com características muito semelhantes à fase ativa, porém com variação do componente cognitivo estudado, de modo que se possa ser isolado. As imagens obtidas dos participantes revelaram que as áreas visuais do cérebro estão divididas em dois percursos distintos: o *percurso dorsal*, ou espacial, entre o lobo occipital ao lobo parietal posterior, ocorrendo o processamento de atributos espaciais, como localização, movimento, transformações espaciais e relações; e o *percurso ventral*, ou do objeto, entre o lobo occipital e o lobo temporal inferior, ocorrendo o processamento de aparência visual dos objetos em termos de cor, detalhe, forma e tamanho. Esses avanços nas pesquisas apontam para evidências sobre uma tridimensionalidade do estilo cognitivo.

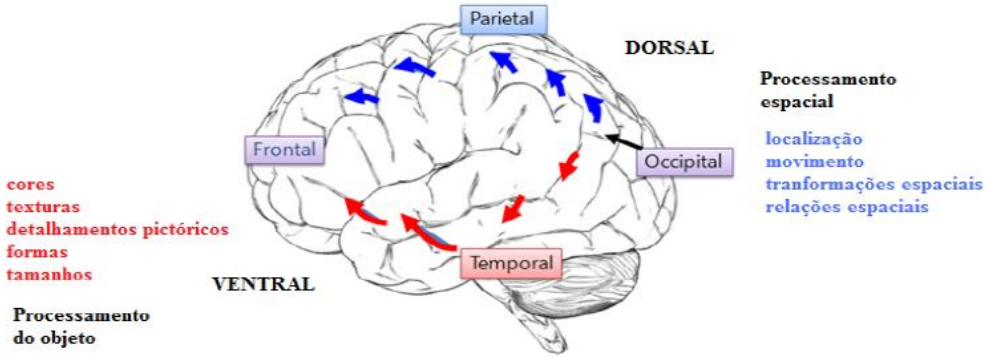


Figura 4. Ilustração baseada nas imagens obtidas pela fRMI para explorar os mecanismos neurais subjacentes diferenças individuais na capacidade de visualização do objeto e de visualização espacial. Recuperado em 06 de junho de 2011, de http://www.nmr.mgh.harvard.edu/mkozhevnlab/?tag=theoretical-model

O segundo modelo, o tridimensional, para o estilo cognitivo verbal-imagético, Figura 4, adota a distinção entre o processamento da *imagem objeto* e a *imagem espacial*. Diversos autores (Kozhevnikov, et al 2008, 2005; 2006; 2009, 1999) admitiram que a representação analógica pode ser avaliada tridimensionalmente: a dimensão verbal para os tipos de indivíduos com preferências verbais e as duas dimensões para avaliar os dois tipos de indivíduos com preferências distintas ao lidarem com as imagens. Essa dupla qualidade identificada em indivíduos para lidar com as imagens mentais pode fazer a distinção entre os visualizadores. De um lado, os *visualizadores das imagens objetos* que focalizam aspectos relacionados ao objeto tais como cores, detalhes formas e nitidez, que utilizam imaginação para construir imagens nítidas de alta resolução de objetos individuais. Enquanto que, por outro lado, existem os *visualizadores das imagens espaciais* que se utilizam de imagens para representar e transformar as relações espaciais. Os autores relatam sobre o excelente desempenho dos visualizadores das imagens objetos nas tarefas para reconhecimento de imagens com objetos camuflados ou para o descobrimento de imagens escondidas. Entretanto, em outras tarefas como a rotação mental para objetos tridimensionais ou as dobraduras de papel, se destacaram os visualizadores das imagens espaciais (Kozhevnikov et al, 2005).

Hegarty e Kozhevnikov (1999) relacionaram a habilidade de resolução de problemas de matemática com os tipos de habilidades visuais espaciais. Essas dimensões psicológicas foram mensuradas pelos: Instrumento de Processamento Matemático – IPM, que avalia o desempenho na resolução de problemas matemático; Drumcondra Verbal Reasoning Test - DVRT, que avalia o raciocínio verbal; Raven Progressive Matrices Test, que avalia o

raciocínio não-verbal e o Block design; e Space (subtest do PMA), que avalia a habilidade espacial. A autora utilizou o IPM, desenvolvido para "identificar o modo preferido de processamento da informação matemática", confrontando com habilidades visuais espaciais: "representação da imagem visual", a qual se refere à aparência visual de um objeto tal e, a segunda, a "representação da imagem espacial", que se refere a uma relação espacial entre partes de um objeto e a localização dos objetos no espaço ou seus movimentos e não se limita à modalidade visual (alguém pode ter uma imagem espacial auditiva ou tátil). Entre as duas representações da imagem existem diferenças em como os indivíduos lidam com essas imagens: alguns indivíduos são especialmente bons em "imagens pictóricas" e são capazes de construir imagens visuais vívidas e detalhadas, entretanto, outros são melhores em construir "imagens esquemáticas", representando a relação espacial entre objetos e imaginando transformações espaciais.

As pesquisas de Kozhevnikov, Kosslyn & Shephard (2005) relacionaram a dimensão imagética do estilo cognitivo às habilidades visuais e espaciais, focalizando uma nova abordagem da dimensão do estilo cognitivo imagético e concordando com Hegarty et al (1999) sobre habilidades visuais e espaciais, que argumentaram sobre a existência de dois tipos de estilos cognitivos visuais, refletindo diferentes caminhos de geração de imagens mentais e processamento de informação visual e espacial: o primeiro, estilo cognitivo referente ao objeto; e o segundo, estilo cognitivo referente às relações espaciais.

Na literatura nacional, Alencastro (2009) realizou um estudo exploratório, investigando a relação do estudo cognitivo verbal-imagético, a recordação e a expressão narrativa de eventos autobiográficos. Em outro olhar, fora da Psicologia Cognitiva, na educação Matemática, Wielewski (2006) apresenta uma reflexão sobre o tipo de pensamento matemático e as formas de representação utilizadas na resolução de problemas matemáticos. Alves (1999) verificou a influência do desenvolvimento de alguns componentes da habilidade matemática e de outros fatores (Krutetskii, 1976) sobre o desempenho de estudantes concluintes do ensino médio em uma prova contendo problemas matemáticos adaptados dos exames Vestibulares.

1.4. A abordagem piagetiana na relação entre o pensamento e as representações por meio dos signos verbais e dos símbolos imagéticos.

A perspectiva piagetiana explica a relação entre as imagens e os conceitos para o funcionamento cognitivo, ao longo do desenvolvimento, propondo que as representações dos conceitos matemáticos estão relacionadas à criação de imagem e essa relação se modifica ao longo do desenvolvimento da criança até a fase adulta.

No conjunto dos inúmeros trabalhos publicados por Jean Piaget, o autor voltou-se para a questão da representação apenas por imagens e a sua relação com o funcionamento do pensamento, particularmente, em seu livro de coautoria com Inhelder: Mental Imagery in the Child. A study of development of imaginal[4] representation (1971)[5]. Nesse livro, o autor discute e destaca importantes aspectos da cognição: a natureza simbólica da imagem; a dupla função da imagem em estágios diferentes e apresenta uma taxionomia das representações, onde novamente reforça a ideia de que os conceitos é que estruturam o pensamento e as imagens mentais não são estruturantes, mas participam ajudando nessa estruturação.

Quanto à natureza simbólica da imagem, Piaget e Inhelder (1971), em discussão sobre a natureza da cognição representacional, fizeram a distinção entre signos verbais e símbolos imagéticos. Os autores colocam que o sistema de signos verbais seria insuficiente para representar todas as exigências da função simbólica do sujeito e que esse sistema se complementa com o sistema de símbolos imagéticos. Ele exemplifica que, com uma sequência de números, podem-se usar incontáveis tipos de imagens e serem evocados, como sucessão de pontos, degraus de uma escada, pilhas de discos e outros objetos contáveis, como evocação de diferentes imagens. Em sua visão, a distinção entre os signos verbais e os símbolos imagéticos explicaria, assim, determinada situação evocativa do pensamento, no presente e no passado, já que os signos verbais seriam insuficientes. "*A imagem, então, é um meio para evocar e pensar o que tem sido percebido*" (Piaget & Inhelder, 1971, p.381). Essa posição contesta o associacionismo, onde a imagem é um prolongamento da percepção. É um símbolo que carrega maior semelhança para as coisas simbolizadas, diferentemente dos signos verbais que são arbitrários.

[4] Sobre o título desse livro, o próprio autor admite que ter optado por "mental imagery" poderia criar polêmica, pois muitos autores não acreditam na existência das imagens ou que sobre elas não se pode dizer nada importante.

[5] Esse importante trabalho de Piaget foi analisado pelo autor Adrian Oscar Dongo Montoya, em seu livro intitulado Piaget: imagen mental e construção do conhecimento, uma publicação da UNESP em 2005.

A análise das imagens gráficas produzidas pelos estudantes é um importante caminho para identificar aspectos do raciocínio matemático. Piaget e Inhelder (1971) apontam dois aspectos polarizados da cognição, caracterizados por uma dupla função das operações: o *aspecto figurativo* e o *aspecto operacional*. O aspecto figurativo baseia-se nos estados visíveis da realidade externa, onde as ações do sujeito resultam em transformações apreendidas experimentalmente e podem ser verificadas, imitadas ou imaginadas. Nesse caso, lhe é dado um caráter que é figural, direto ou simbólico, visando a fornecer os dados qualitativos sobre o objeto tais como cor, dimensão, formato. Enquanto os aspectos operacionais, por outro lado, tomam a forma de experiência cognitiva ou de dedução, cuja função das operações consiste em modificar o objeto de tal forma a apreender essas transformações. Embora um estado possa ser tomado operacionalmente na medida em que é um resultado de uma transformação anterior, um ponto de partida das transformações subsequentes, ou transformações anuladas ou compensadas. Essas transformações são tais que: " ...*o papel da função operativa na estruturação do aspecto figurativo da cognição já está em evidência desde o início primordial do desenvolvimento intelectual"* (Piaget & Inhelder, 1971, p.389)

Embora um estado possa ser tomado operacionalmente na medida em que é um resultado de uma transformação anterior e um ponto de partida das transformações subsequentes (ou transformações anuladas ou compensadas), o aspecto figurativo em sua gênese é subordinado ao aspecto operativo. Os aspectos figurativos permitirão, neste trabalho, a descrição do processo de resolução atrelado a aspectos operacionais.

Segundo Piaget (1966/1995), para conhecer a realidade, seus estados e transformações desses estados, a inteligência utiliza-se dos aspectos figurativos (percepção, imitação, imagem mental) e dos aspectos operativos (operações). Os primeiros visam fornecer os dados qualitativos sobre o objeto tais como cor, dimensão, formato. Os segundos os dados transformativos, as relações entre os objetos ou as relações entre estados diversos do mesmo objeto.

1.**4.1. A origem das operações lógicas e das imagens mentais**

O desenvolvimento das operações da inteligência possui duas características notáveis, segundo Piaget e Inhelder (1971), Piaget (1991): ele procede por etapas claramente definidas e esse processo é inteiramente autônomo. São dadas três condições necessárias para um

sistema de estágios: a primeira, os estágios devem seguir um ao outro no decorrer do desenvolvimentos do indivíduo; a segunda os estágios devem ter uma característica geral e a terceira as estruturas adquiridas a medida que ocorrem mudança de estágio devem ser integradas umas às outras de acordo com a sua ordem de formação. Entretanto, é importante destacar que os estudos de Piaget e Inhelder (1971) encontraram características no papel da imagem no desenvolvimento do pensamento da criança em seus diferentes estágios.

O primeiro estágio é o *sensório-motor* que destaca *a* inteligência prática, antes do pensamento que pressupõe a utilização dos signos verbais. As imagens começam a ser adquiridas na etapa final da inteligência sensório-motora, quando têm início as primeiras deduções sensório-motoras com a evocação de objetos ausentes (Piaget & Inhelder, 1971; Montoya, 2005).

O segundo estágio é o *pré-operacional,* com o início da inteligência intuitiva, onde a criança é capaz e de evocar objetos ausentes, "*trata-se de certo modo, da experiência e da coordenação propriamente dita, porém com reconstituição e antecipação mediante a representação*" (Piaget, 1991). É o início da aquisição da função simbólica e o aparecimento do pensamento propriamente dito que tem suporte na linguagem interior e no sistema de signos. A imagem particular que corresponde ao objeto conserva um valor superior ao dos outros objetos. "*O pensamento inicia no pré-operacional onde não existe a conscientização da transformação e onde as imagens são limitadas e também estáticas para ser capaz de representar cada vez mais movimentos ou mudanças comuns*" (Piaget & Inhelder, 1971, p. 12). As crianças ainda não adquiriram as operações lógicas, certas características da imagem são explicadas como obstáculos no caminho da compreensão das transformações e também na coordenação das transformações dos estados o que, consequentemente, retardariam a mobilidade operacional. Os autores procuraram *"determinar até que ponto a imagem é capaz de promover o funcionamento do pensamento operacional, e também em que medida as operações contemporaneamente promovem a evolução das imagens para algum grau de mobilidade"* (p. 375-376).

No terceiro, o estágio *operacional-concreto,* a criança inicia a fase lógica, começando a organizar sistemas de operações que obedecem a leis de conjunto comuns: 1) composição, dois elementos de um conjunto podem compor-se e gerar outros elementos do conjunto; 2) reversibilidade, as operações podem ser invertidas; 3) a operação direta e inversa pode dar uma operação nula. A imagem já estava presente antes da aquisição desses princípios lógicos e continua atuando com sua função simbólica que mudará de uma relação inicial com o objeto

diretamente, em seguida, para uma evocação dos objetos ausentes e, finalmente, para uma relação posterior com o conceito, como um ajudante simbólico. "*Cada vez mais fechada à colaboração entre o aspecto figurativo e o operacional centrado sobre coordenação dos estados e transformações*" (ibidem, p.12)

No quarto *estágio das operações formais ou hipotético-dedutivos,* cria-se a possibilidade de raciocinar com hipótese independente dos objetos. O pensamento do sujeito tem a capacidade de construir operações lógicas proposicionais, indo além das operações de classe, relações e números. Entretanto, essas operações formais não se tratam de algo distinto a essas mesmas operações, mas estão aplicadas à hipótese ou a proposições, constituindo a tradução abstrata das operações.

Esse estágio das operações formais ou hipotético-dedutivos descrito por Piaget contempla a faixa etária de estudantes envolvidos nesta pesquisa. O pensamento formal é o pensamento do adulto que se concretiza com o pensamento abstrato relacionado a signos verbais e à linguagem matemática.

1.**4.2. A taxonomia piagetiana das imagens mentais**

Na taxonomia piagetiana voltada para as imagens mentais, o autor adotou os critérios de conteúdo (visual e auditivo) e de estrutura (estática, movimento, transformações conhecidas e antecipação de transformações) em referência à imagem. O primeiro critério é perceptual, visto que o indivíduo se utiliza dos sentidos para explorar o objeto e fazer suas evocações imagéticas. O segundo critério envolve representações imagéticas, onde se estabelece uma hierarquia no nível de imagens que pode corresponder aos estágios do desenvolvimento apresentados por Piaget. A classificação, segundo o critério de estrutura, envolve dois grupos distintos: imagens antecipatórias e imagens reprodutivas. O primeiro grupo corresponde a imagens antecipatórias que representam eventos como movimentos, transformações, ou suas culminâncias ou resultados que não tenham sido previamente percebidos; o segundo grupo refere-se a imagens evocadas de objetos ou eventos já conhecidos. Essa classificação sugerida por Piaget permite estabelecer se as imagens de transformações reprodutivas e antecipatória são equivalentes e se os conceitos operacionais dos estados podem ser formados independentemente das configurações simbólicas.

Para esse último grupo, Piaget e Inhelder classificam as imagens mentais em três grandes categorias: *A imagem reprodutiva estática (RS)* tomada da representação de objetos

imóveis em estados ou configuração (p.ex. a imagem de uma linha reta); *A imagem reprodutiva cinética* (RK) onde eles evocam um movimento figurativo, associado à representação do movimento de objetos (por exemplo, a reprodução de dois movimentos de velocidade constante, cruzando um ao outro); *A imagem reprodutiva de transformação* (RT) onde eles representam uma transformação na forma figural já conhecida do sujeito (ex. dobradura de um cubo planificado).

Piaget e Inhelder (1971) apresentam a imagem mental *como "uma imitação ativa e internalizada, e existiria, mais ou menos, uma estreita relação entre a imagem mental, os gestos por imitação e as imagens gráficas*" (p. 11). Entretanto, a imagem mental seria inadequada e, também, insuficiente para as representações dos movimento e das transformações relacionados aos objetos, pois a própria função dessas imagens seria limitada a mais ou menos as configurações estáticas. Essas imagens reprodutivas estáticas tomada da representação dos objetos imóveis, sem transformações e sem movimentos distorceriam de tais objetos. Apenas as operações lógicas, adquiridas partir das coordenações das ações, permitiria a captura das dinâmicas subjacentes as contínuas mudanças e as transformações dos objetos. Essa captura das dinâmicas ou das transformações não seriam possíveis antes da aquisição do raciocínio com as operações lógica. Por exemplo, a *conservação*, definida por Piaget como a capacidade de perceber que as transformações envolvidas na forma ou no arranjo espacial dos objetos não modificam as quantidades se não for acrescentado ou retirado nenhum objeto.

> A conservação de fato por uma ação combinada de inferências em vez de representação imagética; mas está ligada com a reversibilidade operacional que no presente caso a imagem não faz nada para preparar. Pelo contrário, dos 7 aos 8 anos, é a reversibilidade operatória que atua sobre a imagem, e é essa imagem no sistema que permite a estruturação da transformação (ibdem, p.196).

Piaget et al concebe a representação em sentidos distintos. Ora representação confunde-se com pensamento, ele se relaciona à representação conceitual, referindo-se a esquemas abstratos, ora, num outro sentido mais restrito, a representação imagética se relaciona à evocação simbólica de realidades ausentes, referindo-se a símbolos concretos.

1.4.3 A abordagem piagetiana influenciando pesquisas na resolução de problemas.

Segundo Piaget (1991), tendo em vista o movimento geral do comportamento e do pensamento de um sujeito na atividade de responder e de compreender um problema, existem funções comuns a todas as idades.

> E em todos os níveis a ação é desencadeada pelo interesse de quem resolve o problema, pois se trata de uma necessidade fisiológica, afetiva ou intelectual (a necessidade nesse último caso se apresenta na forma de uma pergunta ou de um problema) e em todos os níveis da inteligência o sujeito tenta compreender ou explicar, etc. (Piaget, 1991, p.13).

As investigações de Piaget concentraram-se para o estágio do desenvolvimento operacional concreto, e as tarefas que adotou foram direcionadas para esse estágio em que as imagens antecipatórias começam a aparecer. Segundo o autor, essas imagens antecipatórias seriam formadas em consequencia do desenvolvimento das operações lógicas. Na literatura, os trabalhos de Presmeg (1991, 1995), Dörfler (1991,1993), Dreyfus (1991) abordaram a questão sobre as representações imagéticas, na faixa etária de adolescente que estariam no estágio das operações formais. Esses trabalhos, realizados na área de Educação Matemática, investigaram sobre as visualizações e os vários processos de construção de imagens mentais de estudantes. Essas pesquisas consideraram as imagens mentais com todas as suas representações, sejam de natureza visual ou sejam de natureza espacial, que estariam implicadas no fazer matemático dos estudantes após a aquisição de operações lógicas.

Presmeg (1991, 1995, 1997a , 1997b, 2006) que, segundo as concepções piagetianas, também adotou uma taxonomia para as representações que a autora refere-se como inscrições[6], "*apresentando cinco tipos de imagens mentais: imagens do concreto; imagens padrão; as imagens da memória de fórmulas; imagens cinestésicas; imagens dinâmicas*" (p. 208). A autora também buscou outras taxionomias para as representações que foram geradas a partir das ideias de Piaget.

Dörfler (1991,1993), igualmente a Presmeg (1991), definiu os tipos de esquemas de imagem caracterizados como: o figurativo, o operativo, o relacional e o simbólico. Presmeg

[6] Presmeg (2006) tem cuidado de usar o termo inscrição no lugar de representação, visto que o termo representação era problemático por ser imbuído de muitos significados. Inscrição é caracterizada por Roth (2004) como representações gáficas fundamentais para a prática científica, mas na literatura muitos autores mantêm o termo representação.

(2006) considera que haveria uma correspondência entre esses quatro tipos de esquemas com os cinco identificados por ela própria, quando faz uma analogia aos seus esquemas. Os autores apontaram que o processamento imagético é central para o raciocínio matemático. Modelos poderosos de raciocínio matemático podem estar baseados em diagramas e na imagética visual. Dörfler (1991,1993) propõem que os esquemas de imagem mental foram apresentados como os "portadores concretos" (os diagramas), bem como os "protocolos de ação" que foram classificados em quatro tipos de esquemas de imagem: os esquemas figurativos, os esquemas relacionais e os esquemas de imagem simbólica.

Dreyfus (1991) se refere à visualização como o processo pelo qual é possível explicitar as representações mentais, revelando aspectos ligados aos conceitos, o que seria fundamental para o estudante ser bem sucedido em matemática e na resolução de problemas. Dreyfus & Eisenberg (1990) colocam que os estudantes universitários são relutantes ao uso do processamento visual em matemática. Segundo os autores as pesquisas em visualização em educação matemática tem proporcionado um aprendizado útil sobre a aprendizagem. Apesar da relutância dos alunos em usar a visualização em matemática, o que resulta em pouca ênfase concedida aos aspectos visuais da matemática em sala de aula. Para Dreyfus as dificuldades dos estudantes com o raciocínio visual são devido a forma holística de realizarem as operações, o que, na sua opinião, em consequência disto estariam criando uma maior carga cognitiva do que se usassem os modos de raciocínio na forma sequencial. Presmeg (2006) discorda do que foi posto por Dreyfus (1991), colocando que os alunos que usaram rigorosos processos de pensamento analítico foram mais aptos a serem ligados a imagens padrões ou a imagens dinâmicas do que com outros tipos.

O papel das representações imagéticas na resolução de problemas e na aprendizagem matemática, em geral, é reconhecido como importante, sendo objeto de estudo de muitos investigadores que dialogam a psicologia com a educação matemática (por exemplo, Presmeg, 1991, 1997a, 2006, Piaget, 1971; Dreyfus 1991; Presmeg, 2006). Esses estudos têm suscitado questões sobre de que modo as representações imagéticas podem interferir no desempenho dos indivíduos na resolução de problema e se essa interferencia está relacionada à estruturação do pensamento operatório e têm, ainda, permitido pesquisas complementares como a que propomos neste projeto.

A seguir apresentar-se-á, noutra direção, a perspectiva cognitivo experimental, a grande contribuição dos pesquisadores do estilo na dimensão verbal-imagética para as

investigações e para os métodos, bem como instrumentos que acessem e disponibilizem essa dimensão com precisão sobre a "representação mental".

1.5. **A abordagem duvaliana: a relação entre pensamento matemático e os vários registros de representações semióticas.**

Duval (1999) concebe que a matemática progrediu com o desenvolvimento de vários sistemas semióticos e esse desenvolvimento está ligado a uma concepção dual primitiva dos modos de funcionamento cognitivo que se baseava em dois sistemas sensoriais: a linguagem e a imagem. O autor coloca exemplos de evoluções de sistemas semióticos que se originaram da linguagem verbal que passou por abreviações, notações simbólicas e chegando a escrita algébrica. Outro exemplo de evolução dos sistemas semióticos se originaram das imagens que em determinado período eram construções de figuras planas com ferramentas (régua e compasso); em outro período começaram a produzir figuras em perspectiva e mais tarde vieram as construções dos gráfico que passaram a ser traduzidos por curvas em equações. "*Cada novo* sistema *semiótico fornece meios específicos de representação e processamento matemático. Por essa razão, tem chamado de registro de representação"* (Duval, 1995b, Duval, 1999, p.29).

O registro de representação semiótico fornece sistema específico de representação e processamento do pensamento matemático. Segundo Duval (1995b), existem diversos registros de representação discursivo e diversos sistemas para visualização que envolvem uma complexa interação cognitiva subjacente a uma atividade matemática, como se explica na Figura 2. Nesse esquema, encontram-se alguns aspectos do modelo de Duval onde podem ser feita uma comparações ao modelo de Piaget.

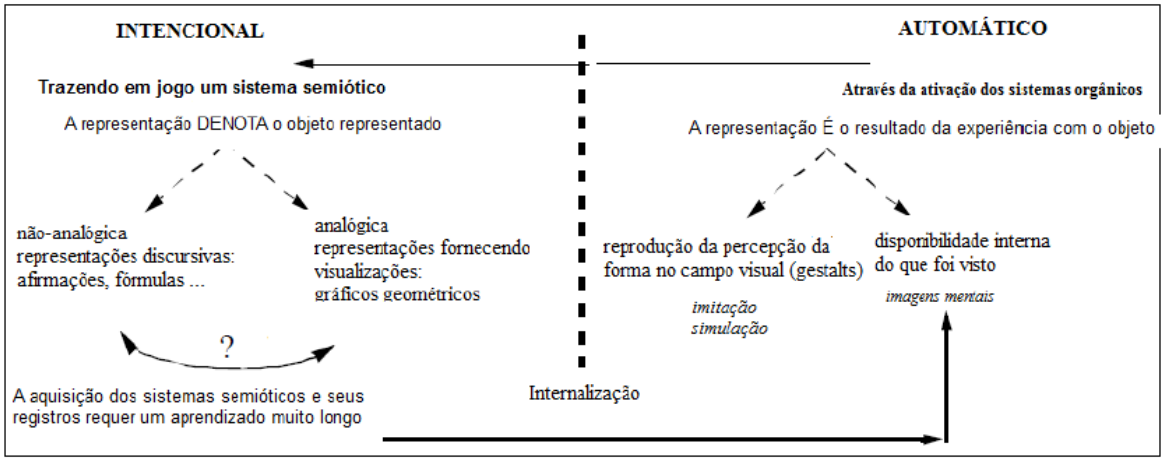


Figura 5. A classificação cognitiva das representações conscientes. Esta classificação pode ser mais expandida, e incluir todos os tipos de representações. Podemos notar a existência de dois tipos heterogêneos de *imagens mentais*: os *quase perceptos* que são uma extensão da percepção (à direita) e as visualizações semióticas internalizadas (à esquerda). Ações como as físicas (rotação, deslocamento e separação) podem ainda ser realizadas em alguns *quase perceptos* e o seu custo de tempo pode ser medido por tempo de reação em tarefas de comparação (Duval, 1999, p. 25).

Tanto para as *representações discursivas ou não analógicas* (explicação descrição, raciocínio, computação) quanto para as visualizações - representações analógicas, tem-se dois tipos de registros: os registros com uma estrutura triádica do significado que podem apresentar a linguagem natural, ou a representações de formas em 2D ou em 3D envolvem um significante, um significado e uma significação pelo sujeito tendo por referência um objeto de conhecimento, e os registros com uma estrutura diádica de significância das notações simbólicas, linguagens formais e os diagramas esquemáticos envolvem um significante e um significado (Duval, 1995b, pp 63-64). Dentro de uma estrutura diádica, qualquer significado é reduzido a denotação definida explicitamente pelo objeto e é preciso levar em conta sua interação. Segundo Duval (1995) pode-se até cair em um conflito cognitivo entre o jogo de significado, que é próprio para o registro, e para o conjunto de denotação definido para as representações. O autor apresenta como exemplo, a complexidade das figuras geométricas, triângulos, paralelogramos, círculos, linhas retas..., decorre de sua estrutura triádica de significância, que envolve um conjunto de várias Gestalts, ou formas no campo visual. Devido a isso o autor coloca que:

> Para a maioria dos estudantes, existe como se fosse uma deficiência heurístico de interpretação geométrica de visualização. Mas o caráter ambíguo da figuras geométricas aparece, também, quando uma figura é tomada diretamente para prova

> e o conduz a rejeitar qualquer recurso de raciocínio dedutivo. Neste caso, a figura funciona como uma verdadeira representação icônica que faz apreensão discursiva sentido (Duval, 1999, p.10).

Duval (1999) tem influências das ideias de Peirce sobre semiótica. O signo é algo que representa alguma coisa para alguém e são classificados em: símbolo, ícone e índice. O símbolo é uma associação de ideias gerais que leva a uma interpretação referida ao objeto. Os ícones são signos com caracteres que ele igualmente possui quer um tal objeto realmente exista ou não. O índice é um signo de referência a um dado objeto e/ou objetivo (Santaella, 1983).

O pensamento matemático, muitas vezes, requer para ativar em paralelo dois ou três tipos de registros, mesmo quando apenas um é usado externamente, ou parece suficiente a partir de um ponto de vista matemático. No modelo de Duval a compreensão matemática implica na capacidade de mudança de registro. O autor não acredita "*na ideia de que todos os registros de representações tenham o mesmo conteúdo ou que se deixem perceber uns nos outros*" (Duval, 2003, p.31)

1.5.1. **Os tratamentos e as conversões: dois tipos de transformações de representações semiótica**

Duval (1999, 2003) coloca que existem dois tipos distintos de transformações de representações semióticas: os tratamentos e as conversões. Os tratamentos são transformações que permanecem nos mesmos sistemas semióticos e as conversões são transformações com mudança de registro e possibilidades semióticas para gerar uma nova representação, ou seja, a representação de um mesmo objeto é traduzida para outro tipo de registro. Por ex. quando um aluno resolve um problema verbal, nesse tipo proposição, uma declaração em linguagem nativa (verbal) irá ser transformada para uma expressão literal, ou para uma expressão aritmética ou para múltiplos registros semiótico. Isso já não ocorre em operações cognitivas envolvendo transformações para o mesmo registro, como acontece no que o autor chamou de processamento, por exemplo, a mudança nos registros de representação com estrutura *algébrica* ou *aritmética*. Segundo o autor, se a intenção é analisar as dificuldades de aprendizagem matemática

> ...é preciso estudar prioritariamente a conversão das representações e não os tratamentos. Naturalmente para poder estar em posição de observá-la é preciso distinguir bem estes dois tipos de transformações das representações, o que é raramente ou jamais feito, seja porque se estima que a conversão é somente uma forma particular de tratamento, seja porque se acredita que ela depende de uma compreensão conceitual , de uma atividade puramente mental, quer dizer a-semiótica (Duval, 1999).

O autor alerta que é comum não prestar atenção para as diferenças entre esses dois tipos de operações cognitivas: conversões e processamentos que são subjacentes aos processo matemáticos, pois, a "maioria dos alunos podem aprender um pouco de processamento, muito poucos deles podem realmente converter representações*"* (1999, p. 5). Essa dificuldade estaria relacionada aos professores que focalizam atividades, atribuindo mais importância ao *processamento* matemático do que à sua aplicação e compreensão aos problemas da vida diária, para isso, a representação e a visualização são destacadas, pois "nenhuma aprendizagem em matemática pode progredir sem a compreensão de como trabalhar os registros" (1999,p.1). O autor adota uma postura de diferenciação, pois as *representações* referem-se a várias atividades significadas: crença estável e holística sobre algo, diversas maneiras de evocar e denotar os objetos, como a informação está codificada. Por outro lado, as *visualizações* de imagens parecem enfatizar intuições empíricas e ações sobre objetos físicos.

Segundo Duval (1999) para a apreensão conceitual de objeto é preciso distinguir o objeto de suas representações e é preciso, também, que o objeto seja reconhecido em cada uma de suas representações. Seriam essas as condições dadas pelo autor para que exista uma representação, algo que traz presente e dá acesso ao objeto representado. O autor também chama atenção sobre o termo *representação* que na literatura é utilizado para se referir a entidades mentais: imagem mental, trazer presente algo ausente ou distante (evocação). Na opinião do autor, isso tem levado a um entendimento de representação como *mental*, algo que ocorre internamente. Paralelamente, as representações com signos, representações semióticas, seriam apenas material ou sinais externos, semióticos, as representações externas. Duval (1999), em uma crítica, coloca que a concepção de interno e externo é enganosa e tem contribuído para dificuldades de compreensão sobre representação. Segundo o autor:

> Quando é aplicada para as representações a distinção entre mental/externo refere-se ao seu modo de produção e não à sua natureza ou à sua forma. Nesse sentido, os signos não são nem mental nem entidades físicas ou externas (Duval, 1999, p.3).

As representações semióticas seriam primeiramente necessárias à comunicação entre os sujeitos e enfatizam a paradoxal relação entre os objetos matemáticos e as representações semióticas que possibilitam o acesso aos objetos. Os objetos matemáticos e o pensamento matemático só podem ser acessados pelas representações semióticas, mas a compreensão matemática requer não confundir objetos matemáticos com as representações utilizadas. Por exemplo, os números, são diferentes dos numerais, dígitos e sistemas de numerações (Romano, binário, decimal). As figuras em geometria, mesmo quando elas são construídas com precisão, são apenas representações com valores particulares não relevantes. As provas em matemática não se baseiam nas evidencias de imagens, mas por demonstrações de teoremas.

As pesquisas com suportes em análises das representações semióticas e também dos estilos cognitivos tem se servido de instrumentos que têm características distintas. Os instrumentos que propiciam ao pesquisador obter resultados a partir da análise das produção semióticas dos estudantes são importantes para analisar o nível de compreensão matemática. Em outra perspectiva existem os instrumentos que se pautam em respostas autoavaliativas, como os que são apresentados a seguir, e que foram desenvolvidos na literatura com o fim de mensurar a compreensão da estrutura matemática e as relações subjacentes.

1.6. Os instrumentos para medidas do estilo cognitivo na dimensão verbal-imagética.

A proposição de tarefas matemáticas aos participantes possibilita obter resultados tais como a compreensão da estrutura matemática e as relações subjacentes, pois torna possível, a partir da exploração de padrões, o uso de recursos avaliáveis e apropriados para formular e resolver problemas, tornando-a um importante instrumento para as pesquisas. Coll admite uma possível definição de tarefa como "*um conjunto coerente de atividades (passos, operações ou elementos comportamentais) que leva a um resultado observável mensurável"* (1987, p.87*).* Assim, quando um estudante envolve-se com uma tarefa, pressupõe-se que ocorra uma sequência de operações onde em alguns pontos haverá uma multiplicidade de alternativas a seguir, as quais, necessariamente, não deverão ser as mesmas. A análise de um tipo de tarefa requer a identificação da descrição das sequências de operações que levam ao

resultado final. Envolve diferentes interpretações do professor e do pesquisador que são diferenciadas por Coll (1987) como análise comportamental e análise cognitiva. A primeira análise, a comportamental, envolve uma lógica de ação e uma lógica pedagógica, é caracterizada como um "sistema de prescrições de regras que definem o que deve ser feito e em que ordem para resolver determinado tipo de problema" (Coll, 1987, p. 32) *e* não se refere em nenhum momento aos processos psicológicos subjacentes às sequencias de atividades. A segunda análise, a cognitiva, diferentemente, refere-se aos processos psicológicos ocultos subjacentes às sequências de atividades executadas. Esse tipo de análise tenta apresentar algumas explicações e descrições da forma em que as pessoas utilizam estratégias (processos), a partir do que as pessoas produzem (informações) na resolução da tarefa (execução).

Os instrumentos para avaliar o estilo cognitivo e os tipos de registro de representação e sistemas de visualização podem ser identificados basicamente em dois grupos: questionários de autorrelatos com uma escala tipo Likert e um conjunto de problemas prototípicos de matemática. O primeiro tipo, o questionário de autorrelato, que é respondido pelo participante que se posiciona e escolhe um valor indicando o seu grau de concordância ou de discordância a cada um dos itens que compõe a escala do tipo Likert. O segundo tipo, o conjunto de problemas matemáticos utilizados, onde os estudantes, usando lápis e papel, apresentarão suas estratégias de resolução que possibilitarão uma avaliação sobre os modos de resolução dos participantes e não apenas as suas respostas finais. A seguir, serão comentados, brevemente, alguns exemplos de instrumentos para avaliar os estilos cognitivos disponíveis na literatura.

O *Questionário de Diferenças Individuais - QDI*, "Individual Differences Questtonnaire - IDQ", concebido por Paivio (1971), com o qual se avaliou a extensão em que diferentes pessoas, habitualmente, utilizam imagens versus pensamento verbal. Esse questionário focaliza a distinção entre visualizadores e verbalizadores, em que visualizadores foram pensados para ter alta habilidade com imagens; e verbalizadores foram pensados para ter baixa habilidade com imagens. Para isso, através desse questionário, solicitava-se aos participantes que indicassem seu grau de concordância ou discordância em uma lista de declarações e afirmações tais como: "*Costumo usar imagens mentais para resolver os problemas para descrever seus habituais métodos de pensamento*".

O *Questionário Verbalizador-Visualizador* - QVV, "Verbalizer-Visualizer Questionnaire - VVQ", desenvolvido por Richardson (1977), com proposta de ser mais adequado que o QDI de Paivio. A partir desse questionário, o autor selecionou os 15 itens mais discriminativos e compôs o VVQ onde foi utilizada uma escala unidimensional bipolar

verbal-visual, de estabilidade temporal e de estabilidade expressiva em diferentes etapas da vida. Entretanto, a pontuação desse questionário provou ser fraca para a nitidez das imagens experimentadas, e também, para a pontuação de tarefas visuais e espaciais. Evidências encontradas por Edwards e Wilkins (1981) e Boswell e Pickett (1991) não agregaram apoio à fidedignidade e à validade do instrumento. Na literatura nacional, Alencastro, Picole & Gomes (2010) analisaram a estrutura fatorial do Questionário Verbalizador-Visualizador-VVQ apesar de ser muito usado para descrever duas medidas, os pesquisadores não têm encontrado consistência interna no instrumento e sendo capaz de avaliar adequadamente a preferência por palavras, entretanto, apenas as preferências visuais ele já não seria tão eficiente.

O *Teste do Código Verbal-Imagético*, "Verbal Imagery Code Test - VICT", desenvolvido por Riding e Calvey (1981), e o Teste do Estilo de Aprendizagem Verbal-Imagético, "Verbal-imagery Learnin Style Test-VILST de (Riding et al, 1989) foram desenvolvidos, visando avaliar qual o grau de confiabilidade para um indivíduo sobre o modo de representação imagética quando completada uma tarefa.

Adotando outra perspectiva, diferente dos autorrelatos, na literatura educacional apresenta-se o *Sistema de Problemas Experimentais* de Krutetskii (1976) que foi desenvolvido primeiramente para expor as características das atividades mentais dos alunos com várias habilidades matemáticas, ou seja, os alunos que apresentavam talento para a Matemática. Em uma segunda parte, os problemas que foram utilizados individualmente passaram a ser agrupados nas quatro categorias assim dadas: a obtenção da informação, o processamento da informação, a retenção da informação e os tipos de habilidades matemáticas. Essas quatro categorias foram divididas em 26 séries que continham problemas do tipo aritmético, algébrico e geométrico. Cada série revela somente um ou vários aspectos e manifestações das propriedades que podem ser estudadas quanto à possibilidade de um problema ser resolvido algebricamente ou aritmeticamente. Esses problemas experimentais foram retirados de livros, coleções de problemas, livros de matemática popular e jornais. As séries foram organizadas gradualmente dependendo do estágio do estudo e dependendo do que estava sendo proposto.

Krutetskii (1976) alertava sobre a imprecisão psicológica com que os estudos estavam sendo conduzidos na área da Psicologia, nessa época, pois em suas críticas colocava que os reais fatores que afetam o desempenho dos estudantes estavam sendo ignorados, pois não refletiam o desempenho dinâmico dos processos do pensamento.

Para explicar tais críticas, o autor apresenta os registros de representação e sistemas de visualização adotados por três participantes de sua pesquisa para dois problemas dados: *Se nós adicionarmos 360 a certo número, nós obteremos o resultado igual a se nós multiplicarmos esse número desconhecido por 4. Qual é o número?" e "A idade de uma mãe é igual a três vezes a idade de sua filha. Daqui a 10 anos esta mãe terá o dobro da idade da filha. Qual é a idade da mãe?" (1976, p. 15).*

O primeiro estudante apresenta a seguinte abordagem: *360 + x = x .4; 360 = 3.x; x= 120***.** Enquanto que o segundo estudante apresenta para o mesmo problema a abordagem: *360 + □ = □ □ □ □; □ = 120* e, o terceiro estudante não escreveu e não desenhou nada apenas verbalizou: "*adicionei 360 e considerei - quatro vezes – é tudo o mesmo. Então, 360 é igual a três fatores. O número é 120*" (Krutetskii, 1976, p. 15). Segundo o autor, os três estudantes foram hábeis em um tempo de solução aproximadamente idêntico, entretanto, em sua análise do processo, alertou que os estudantes tinham diferentes níveis e variedades de habilidades matemáticas, preferências e estilos. Propõe assim que indivíduos podem ser classificados dentro de grupos, conforme eles processam a informação matemática: o analítico (estilo verbal) os estudantes utilizam difíceis métodos analíticos, não necessitando de um suporte de visualização como os desenhos para resolver os problemas, o geométrico (estilo imagético) os estudantes sentem necessidade de interpretar as situações problema e não são bem sucedidos quando não conseguem criar suportes visuais e o harmônico (estilo harmônico) os estudantes se baseiam em modificações visuais e abstratas.

O *Instrumento de Processamento Matemático - IPM*, Mathematical Processing Instrument - MPI, desenvolvido por Swanson (1977) para sua pesquisa de doutorado trata-se de um instrumento com 15 problemas, que foi concebido originalmente a partir do "Sistema de problemas experimentais" para investigações das habilidades matemáticas, desenvolvido por Krutetskii entre os anos de 1961 a 1974, para descrever o processo de resolução de problemas de matemática. O IPM teve uma versão inicial com trinta problemas verbais de matemática que foram utilizados como instrumento de avaliação por 200 alunos que cursavam a sétima série do ensino fundamental para avaliar a relação entre desempenho em resolução de problemas matemáticos e o modos preferidos de processamento da informação. Nessa primeira versão, foi possível colocar os problemas verbais numa mesma dimensão visual-analítica, entretanto, Lean e Clements (1981) relataram que o instrumento não permitiu ser operacionalizado para avaliar o "Modo preferido de processamento de informação

matemática" com medidas válidas e confiáveis do indivíduo devido a sua extensão (30 itens). Assim, o autor fez uma nova versão do MPI que foi modificado para uma nova estrutura, contendo quinze problemas e sendo aplicados a 116 estudantes da escola de engenharia.

Esse instrumento também foi utilizado em diversas investigações na literatura internacional (Sworson, 1978; Lean e Clements, 1981; Hegarty e Kozhevnikov, 1999) para identificar as categorias discursivas (verbais) ou semióticas (imagéticas) na resolução de problema de acordo com as preferências dos participantes. No Brasil os autores Pacheco e Roazzi (2011) vêm desenvolvendo pesquisa com esse instrumento e não sendo encontrado registro de sua utilização anteriormente por pesquisadores aqui no nosso país.

O IPM é composto por um conjunto de quinze itens que apresentam problemas difundidos na literatura matemática de diversos países, alguns deles já são clássicos e muito conhecidos de professores e alunos no Brasil.

O item $_{15}$ do IPM apresenta o problema: "*Numa fazenda existem oito animais. Alguns deles são galinhas e outros são coelhos. Ao todo são 22 pés. Quantas galinhas e quantos coelhos existem na fazenda?"* é um problema similar ao apresentado por Marcelo Câmara[7] "*Em um sítio existem vacas e galinhas, num total de 10 cabeças e 26 patas. Quantos animais de cada tipo existem nesse sítio?"* no texto "*A matemática na sala de aula ou como transformar singelas vaquinhas em diabólicos monômios*". O autor nesse texto ressalta que o professor, o aluno e o conhecimento escolar e extraescolar envolvem uma diversidade de relações. Câmara (2008) compara a forma de como crianças, que ainda não aprenderam ou foram instruídas, previamente, para o uso de sistemas de equações para resolver problemas. Isso se justifica porque as crianças são alunos que cursam a 5ª série (6º ano) e apresenta sua sistemática do saber matemático, diferente do esperado pelo que é ensinado na escola, reproduções de conhecimentos em exercícios de fixação para os conhecimentos aprendidos na escola.

O *Questionário do estilo cognitivo visualizador-verbalizador*, "Visualizer-Verbalizer Cognitive Style Questionnaire-VVCSQ" é uma adaptação do IPM formado por onze problemas prototípicos de matemática escolhidos dentre os quinze problemas que compõe o IPM, incluindo perguntas sobre o modo de resolução que os estudantes usaram para resolver tais problemas, diferente do IPM o instrumento é aplicado em duas partes.

[7] O autor faz uma reflexão e exemplifica os descompassos entre a produção de conhecimento matemático e sua chegada à escola na seção 4 do artigo *Desafios para a pesquisa em educação matemática na sala de aula*.

CAPÍTULO 2
Método

2.1. Objetivos e a natureza da pesquisa

Esse estudo tem por objetivo geral investigar as interações entre estilos cognitivos de estudantes do ensino médio, subsequente e EJA de uma escola pública federal do Estado de Alagoas e os diversos registros de representação discursivo (não- analógico) e sistemas de visualização (analógico) que eles utilizam na resolução de problemas matemáticos, envolvendo conceitos aritméticos, algébricos e/ou geométricos.

Desenvolve-se um estudo observacional, pois se procurou intervir o mínimo possível no fenômeno para não influenciar os dados e assim buscar associação entre as variáveis estilos cognitivos e os registros de representação analógico e não analógico e o desempenho na resolução dos problemas.

2.1.1. Amostra

Participaram dessa investigação 406 estudantes, de ambos os sexos, com idade variando entre 13 e 50 anos. Os participantes cursam o 1º, 2º ou 3º anos do ensino médio; subsequente[8] e EJA[9] de uma escola pública federal do Estado de Alagoas. Tal escolha deveu-se ao fato de os estudantes: (i) serem oriundos da capital e diversas cidades do Estado de Alagoas; (ii) terem sido formalmente instruídos sobre conceitos de matemática elementar: aritmética, álgebra e/ou geometria; (iii) possuírem provavelmente, devido à idade, uma capacidade razoável de expressão para descrever suas características pessoais, preferências e escolhas advindas das diversas experiências de vida e do conhecimento de mundo.

Foi critério de inclusão para a amostra a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE por parte dos participantes e, no caso de menores, foram solicitadas as autorizações dos pais ou responsáveis que tenham concordado em assinar o referido termo.

A direção da escola, contatada previamente, recebeu um documento explicando o caráter da pesquisa e se disponibilizou junto com a coordenação e com os professores a estabelecer uma forma de trabalho durante o horário das aulas de tal modo que não interferisse nas atividades escolares. A aplicação coletiva dos instrumentos foi na própria sala de aula.

---

[8] Os cursos subsequentes têm a duração de um ano e são oferecidos a estudantes que já concluíram o ensino médio.

[9] Os cursos para Ensino de Jovens e Adultos EJA são oferecidos a estudantes que ainda não concluíram o ensino médio e tenham competado 18 anos.

2.2. Design experimental

A presente investigação consistiu na aplicação de três instrumentos aplicados coletivamente e durante o horário das aulas, em duas sessões com intervalos de dois a três dias. Os três instrumentos são:

(i) o primeiro, o *Questionário Verbal e das Imagens Objeto/Espacial* – QVIOE, desenvolvido por Blasenkhova, Motes e Kozhevnikov (2006) e ampliado por Blasenkhova e Kozhevnikov (2009) sendo conhecido na literatura por Object-spatial imagery and verbal questionnaire – OSIVQ. Essa escala também contempla itens de outros questionários desenvolvidos anteriormente, a saber: o Questionário das Diferenças Individuais de Paivio, (1971); o Questionário Verbalizador-Visualizador de Richardson, (1977).

(ii) o segundo, denominado Instrumento de Processamento Matemático – IPM, "Mathematical Processing Instrument-MPI" desenvolvido por Swanson (1978).

(ii) o terceiro, o *Instrumento de Reconhecimento das Formas e Antecipação de Movimentos Imagéticos*, em que os itens foram desenvolvidos a partir de adaptações da coleção de testes imagéticos para mensuração da inteligência visual espacial de Eliot (2000);

A escala QVIOE e o instrumento IPM[10] adotados nesta investigação foram escritos originalmente em inglês e traduzidas por pesquisadores do Núcleo de Pesquisa em Epistemologia Experimental e Cultural – NEC, sob a coordenação de Roazzi (2011), na Universidade Federal de Pernambuco. Após a tradução, o referido instrumento, visando sua validação, foi submetido a três professores, com fluência em língua inglesa, para avaliar a pertinência dos itens traduzidos para o português, sendo sugeridas algumas alterações para torná-lo mais adequado ao contexto brasileiro, sem que com isso houvesse uma perda do sentido original proposto na versão em língua inglesa.

Para isso, realizou-se um estudo prévio após duas aplicações do instrumento. A primeira aplicação para 34 participantes foi no ano de 2010 e no ano seguinte, 2011, ocorreu a segunda aplicação para 74 participantes, todos cursando o 3º ano no nível médio, dos quais se obtiveram os primeiros indicadores quanto às suas qualidades de precisão e validade.

[10] Maiores informações sobre o QVIOE e o IPM podem ser obtidas em The New Object-Spatial-Verbal Cognitive Style Model:Theory and Measurement. Blazhenkova e Kozhevnikov (2009) Appl. Cognit. Psychol. 23: 638–663 e Effects of Verbal coding on Learning disabled and normal readers visual short-term memory. Swanson, (1977) Annual International Convention, the Council for exceptional children. Atlanta- Georgia, april 11-15.

A ordem de aplicação dos instrumentos foi randomizada, para garantir essa aleatoriedade entre os estudantes voluntários. Na Tabela 1 apresenta-se o planejamento estabelecido para a ordem da apresentação e a aplicação dos instrumentos:

Tabela 1.*Ordem randomizada de aplicação dos instrumentos aplicados.*

Subgrupo	**N**	**Ordem de aplicação dos instrumentos**
1º ano de agropecuária: A, B, C, D e E	145	Instrumento 1- Instrumento 2 - Instrumento 3
2º ano de Agropecuária: A, B e C	51	Instrumento 2 - Instrumento 3 - Instrumento 1
3º ano de Agropecuária: A,B e C	72	Instrumento 3 - Instrumento 1 - Instrumento 2
1º ano de Agroindústria	28	Instrumento 2 - Instrumento 1 - Instrumento 3
2º ano de Agroindústria	12	Instrumento 1 - Instrumento 3 - Instrumento 2
Subsequente: CTA	10	Instrumento 3 - Instrumento 2 - Instrumento 1
Subsequente: CTZ	20	Instrumento 1- Instrumento 2 - Instrumento 3
Processamento em alimentos: EJA	21	Instrumento 2 - Instrumento 3 - Instrumento 1
Técnico em Informática: EJA	47	Instrumento 3 - Instrumento 1 - Instrumento 2
Perdidas	13	
Total	406	

A seguir, são descritos os três instrumentos adotados nesta investigação.

2.2.1. O Questionário Verbal e das Imagens Objeto Espacial para a medida dos estilos cognitivos – QVIOE

O *Questionário Verbal e das Imagens Objeto/Espacial - QVIOE* foi desenvolvido por Blazhenkova e Kozhevnikov (2009) para avaliar o estilo cognitivo em três dimensões: a verbal, a imagem objeto e a imagem espacial. Consiste em um questionário autoavaliativo com uma escala do tipo *Likert*, composta de 45 itens, sendo 15 referentes ao estilo verbal, 15 referentes ao estilo imagético-objeto e 15 referentes ao imagético-espacial. Cada item apresenta cinco possibilidades de respostas, variando de 1 (um) a 5 (cinco), indicador do grau de concordância e discordância do participante aos itens avaliados. Por exemplo, no Item 7, *Prefiro diagramas esquemáticos e croquis durante a leitura de um livro em vez de ilustrações coloridas e gravuras,* o participante deverá se posicionar em relação à afirmação, assinalando uma das afirmações*:* (1) discordo totalmente (2) discordo (3) não tenho certeza (4) concordo (5) concordo totalmente (ver Anexo 1).

De forma especifica avaliar-se- á: (i) as diferenças e similaridades em relação a estilos cognitivos, considerando as três dimensões: verbal, imagética objeto e imagem espacial e (ii) as evidências de validade e fidedignidade de construto da escala bidimensional QVIOE. A

validade de construto do QVIOE foi averiguada e, para isso, deu-se procedimento a um estudo com o objetivo de se obter um questionário razoavelmente mais breve, mas que permitisse avaliar adequadamente os três fatores.

Os itens referentes ao estilo verbal apresentam as seguintes características: preferência profissional, preferência por representação verbal, autoestima em relação à habilidade na realização de tarefas, aspectos do estilo cognitivo relativo a hábitos e a preferências de aprendizagem. Exemplos de itens por características do estilo verbal são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1. *Itens de preferência para a expressão e fluência verbal no QVIOE.*

Características	**Itens**
Preferência profissional	4. Minhas habilidades verbais fariam uma carreira na linguagem artística relativamente fácil para mim.
Preferência por representação verbal	19. Montando os kits de móveis (por exemplo, um suporte de TV ou uma cadeira), é mais fácil para mim quando as instruções são detalhadas verbalmente do que quando eu só tenho um diagrama ou figuras.
Autoestima em relação à habilidade na realização de tarefas	8. Conto piadas e histórias melhor do que a maioria das pessoas.
Aspectos do estilo cognitivo relativo a hábitos e preferências de aprendizagem.	21. Quando explico alguma coisa, eu prefiro dar explicações verbais a fazer desenhos ou croquis.

Os itens referentes ao estilo da imagem espacial apresentam as seguintes características: aspectos qualitativos, preferência por representação esquemática, autoestima em relação à habilidade na realização de tarefas com imagens espaciais, antecipações de transformações avaliando, sobretudo, aspectos como a abstração da imagem e antecipações de movimentos. Exemplos de itens por características do estilo da imagem espacial são apresentados no Quadro 2:

Quadro 2. *Itens de preferência para representações de imagens espaciais no QVIOE*

Características	Itens
Aspectos qualitativos	10. Minhas imagens se parecem mais com representações esquemáticas de coisas e de eventos do que com imagens detalhadas.
Preferência por representação esquemática	7. Prefiro diagramas esquemáticos e croquis durante a leitura de um livro em vez de ilustrações coloridas e gravuras.
Autoestima em relação à habilidade na realização de tarefas com imagens espaciais	32. Sou bom em jogos espaciais, envolvendo a construção de blocos e papel (por exemplo, Lego, Tetris, Origami)
Antecipação de transformações	14. Posso facilmente imaginar e girar mentalmente figuras geométricas tridimensionais.

Os itens referentes ao estilo da imagem do objeto apresentam as seguintes características: aspectos qualitativos, preferência por representação pictórica, autoestima em relação à habilidade na realização de tarefas com imagem objeto, antecipações de transformações e, sobretudo, avaliam aspectos como o colorido, a nitidez e o brilho dessas imagens mentais. Exemplos de itens por características do estilo do objeto são apresentados no Quadro 3:

Quadro 3*: Itens de preferência para representações da imagem do objeto no QVIOE*

Características	Itens
Aspectos qualitativos	23. Minhas imagens mentais de objetos diferentes se assemelham em tamanho, forma e cor dos objetos reais que tenho visto.
Preferência por representação pictórica	15. Gosto de figuras com cores brilhantes e de formas incomuns como as de arte moderna.
Autoestima em relação à habilidade na realização de tarefas com imagens objeto	40. Eu me lembro de tudo visualmente. Posso contar o que as pessoas usavam para um jantar e posso falar sobre a maneira como eles se sentaram e a aparência deles, provavelmente, em mais detalhes do que eu poderia discutir o que eles disseram.
Manutenção de imagens	34. Posso fechar meus olhos e facilmente imaginar uma cena que eu experimentei.

2.2.2. O Instrumento de Processamento Matemático - IPM

O Instrumento de Processamento Matemático-IPM foi desenvolvido por Swanson (1978), tem um caráter subjetivo e permite avaliar o desempenho e as estratégias adotadas pelos participantes ao resolveram problemas matemáticos, envolvendo conceitos aritméticos, algébricos e/ou geométricos. Consiste em 15 itens que envolvem problemas típicos escolares apresentados sob a forma verbal. Esses problemas foram desenvolvidos e não apresentaram nenhum tipo de imagem pictórica ou diagrama (ver Anexo 2). Aos estudantes foi dada seguinte instrução: *Você deverá resolver os problemas a seguir. Caso necessite fazer algum cálculo, não o apague, deixe anotado a lápis todo o seu processo de resolução.*

Cabe salientar que, durante a aplicação do IPM, não foi dado outro tipo de instrução para propiciar que suas escolhas venham espontaneamente e não sejam influenciadas pela fala do examinador. A seguir, apresenta-se um dos problemas do IPM que foi entregue aos estudantes que poderiam resolvê-los a partir do uso de conceitos e de procedimentos aritmético, algébrico e/ou geométrico.

A escolha dos problemas matemáticos adotou como critério a possibilidade de oferecer um conjunto de problemas prototípicos, envolvendo conceitos de matemática elementar que possibilitassem ao participante a escolha de formas distintas de estratégias de resolução. Todos os problemas apresentam enunciados verbais e adotou-se essa opção para as respostas dos participantes não serem influenciadas diretamente pelos problemas. Os problemas foram apresentados sem ilustrações, pretendendo-se com isso que esses problemas verbais não apresentasse qual quer tipos de ilustração que pudessem influenciar os sistemas de visualizações apresentados pelos estudantes. Apresenta-se o item 15 com o seguinte enunciado verbal:

Problema 15 (fazenda):

Existem oito animais em uma fazenda. Alguns deles são galinhas e outros são coelhos. Entre eles têm 22 pés. Quantas galinhas e quantos coelhos existem na fazenda?

Observe que o problema usado para exemplificar o IPM está seguido da palavra *fazenda* entre parênteses. Esta palavra será identificadora do problema 15 para facilitar o leitor a identificação de qual dos problemas está sendo referido no texto. E assim será feito com cada um dos 15 problemas do IPM.

2.2.3. O Instrumento para o Reconhecimento das Formas e para a Antecipação dos Movimentos Imagéticos - IRFAMI

O Instrumento para o Reconhecimento das Formas e da Antecipação dos Movimentos Imagéticos é um instrumento que permite avaliar o tipo de imagem preferida e o desempenho dos participantes, considerando as imagens para reconhecimento do objeto e as imagens para antecipação de transformações ocorridas no objeto, tais como, o movimento, a rotação e imaginar situações do objeto que não são evidentes na imagem.

O Reconhecimento das Formas e a Antecipação de Movimentos Imagéticos são compostos por 20 itens que foram propostos para avaliar as representações imagéticas diante de figuras padrões. Os 10 itens foram compostos com imagens para reconhecimento das formas e outros 10 itens foram compostos com imagens para antecipação de movimentos (ver Anexo 3). Antes dos participantes iniciarem a atividade, aparece um item de instrução e prática, ver Figura 6.

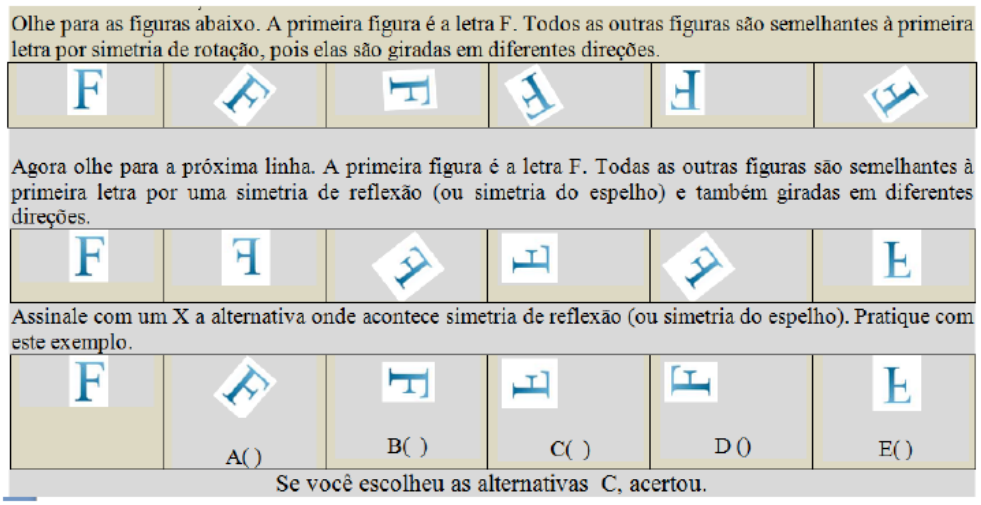


Figura 6. Exemplo de enunciado do item de instrução e prática.

Uma parte dos itens propostos no IRFAMI para os estudantes responderem contempla imagens para reconhecimento da forma e a outra parte contempla itens com imagens para antecipação do movimento. Os itens com as imagens para o reconhecimento da forma foram divididos nas categorias: cópia, memória visual, figuras escondidas, composição da forma e rotação da forma. A seguir são apresentados itens que avaliam os aspectos mencionados:

Os itens para avaliar o desempenho em cópia são compostos por uma figura complexa e abstrata, com fácil realização gráfica. O objetivo dos itens para cópia foi solicitar ao estudante que realizasse uma atividade analítica e perceptiva. Exemplo do item do IRFAM para a atividade da cópia na Figura 7.

Item 5	Olhe para a seguinte figura à esquerda e copie-a no lado direito:	a cópia

Figura 7. Exemplo do item para avaliar o desempenho em tarefa de cópia. Adaptado da tarefa de Maze (Eliot et al, 1981).

Os itens para avaliar a memória visual, Figura 8, foram propostos com o objetivo de investigar a atenção do estudante quando observa uma cena e, também, verificar se essa informação visual se mantém após algum tempo. Exemplo do item do IRFAMI para a

atividade de memória visual.

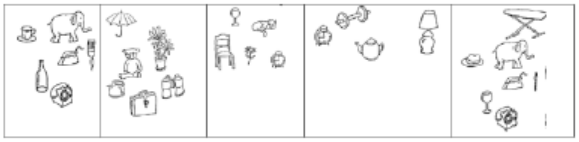
Item 3	Em qual dos grupos de figuras a disposição foi modificada em relação a figura observada?	
		Memória visual

Figura 8. Exemplo e item para avaliar o desempenho em memória visual, de autoria de Silverman & Eals, (1992). Imagem reproduzida do artigo, com permissão dos autores, de James & Kimura (1997). Recuperado em 06 de junho de 2012, de http://www.indiana.edu/~panlab/papers/JtwKd.pdf.

Os itens para análise de figuras escondidas (*embeded task*) foram propostos aos estudantes ao estudante uma figura complexa (todo), nas quais os estudantes deveriam identificar figuras mais simples (as partes) que se encontram escondidas na figura mais complexa. A figura utilizada para esta tarefa foi uma pintura "A família do general", de Octavio Ocampo (1990). Exemplo dos itens 1 e 2 do IRFAM na figura 9.

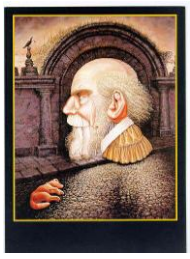
Itens 1e 2		**1**. As figuras ocultas ou figuras partes estão inseridas em uma figura que representa o todo (a totalidade). Quantas figuras completas estão no todo? A ( ) apenas uma; B ( ) três; C ( ) cinco; D ( ) oito; E ( ) mais de oito; Faça uma breve descrição de cada uma delas. **2.** Você viaja ao México e visita o museu onde está exposta a pintura "A família do general", de Octavio Ocampo. Ao admirar a obra resolve registrar detalhes para não esquecer. Neste momento você não dispõe de máquina, filmadora, celular ou qualquer outro instrumento que possa registrar a pintura. Você tem apenas uma folha de papel em branco e lápis. Como você faria o registro sobre a obra usando apenas lápis e papel? A ( ) verbalmente, escrevendo um texto com detalhes; B ( ) um desenho pictórico, com detalhes das partes envolvidas; C ( ) um desenho esquemático, sem muitos detalhes; D ( ) ambos, verbalmente e desenho pictórico; E ( ) ambos, verbalmente e desenho esquemático Exemplifique:	Figuras escondidas (sobrepostas)

Figura 9. Exemplo de item para avaliar o desempenho na tarefa com figuras escondidas, na pintura A família do general, de Octávio Ocampo (1990). Imagem reproduzida de A arte de Octavio Ocampo. Recuperado em 12 de setembro de 2009, de http://www.gallery4collectors.com/ Thegeneralsfamily.htm.

Os itens para a composição da forma, figura 10, foram propostos para avaliar a capacidade dos estudantes realizarem atividades, usando as partes (subconjuntos) para compor

o conjunto (o todo). Exemplo do item do IRFAMI para a atividade composição da forma.

Item 7	Em qual das cinco figuras formadas abaixo, não foi utilizada, apenas uma vez, uma das sete peças do Tangram?	Composição da forma

Figura 10. Exemplo de item para avaliar o desempenho na composição com peças do Tangram.

Os itens de *rotação da forma*, figura 11, foram propostos para avaliar a capacidade dos estudantes realizarem tarefas com rotação mental que indicam como a informação visual no plano bidimensional pode ser manipulada. Por exemplo:

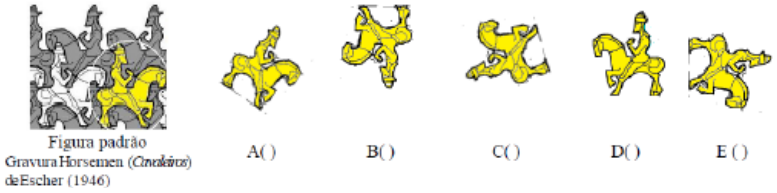
Item 9	Assinale com um X a alternativa em que a figura **é inversamente congruente** em relação a encontrada em destaque na figura padrão, isto é, a altenativa que contém esta figura apresenta além da simetria de rotação, a simetria do espelho:	Rotação da forma
		

Figura 11. Exemplo de item para avaliar o desempenho em rotação da forma com a gravura Horseman, de Escher (1990). Imagem reproduzida de Math and the Art of M.C.Escher. Recuperada em 12 de setembro de 2009, de http://euler.slu.edu/escher/index.php/Math_and_the_Art_of_M._C._Escher

Os itens com as imagens *para a antecipação de movimentos foram* divididos nas categorias: contagem do bloco, rotação do bloco, dobradura de papel, desenvolvimento de superfície e perspectiva. A seguir são apresentados itens que avaliam os aspectos mencionados. São manipulações em pensamentos que possibilitam aos estudantes antecipar os movimentos.

Os itens para avaliar a capacidade de contagem do bloco, figura 12, foram propostos com o objetivo de investigar a capacidade dos estudantes realizarem uma contagem dos blocos, manipulando mentalmente. Os blocos não estão todos em seu campo visual para realizar a contagem. Exemplo do item do IRFAMI para a atividade de contagem de blocos.

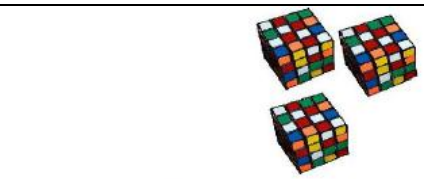
Item 11	Conte o número de cubinhos em cada desenho e assinale a alternativa correta. Quando contar observe que os três cubos estão separados.  A ( ) 192 B ( )100 C( ) 96 D ( ) 32 E( ) Outra resposta. Qual?___	Contagem de blocos

Figura 12. Exemplo de item para avaliar o desempenho na contagem de blocos. Cubo de Rubik's. Reproduzida de Website Official Rubik's. Recuperado em 26 de janeiro de 2012, de http://www.ohgizmo.com/2008/03/26/official-rubiks-speed-cubing-kit/

Os itens para avaliar a capacidade de rotação do bloco, figura 13, foram propostos com o objetivo de investigar a capacidade dos estudantes realizarem rotações com o bloco, sem ter o objeto para realizar tais rotações concretamente. As manipulações em pensamento levam o estudante a antecipar movimentos sem de fato executá-lo concretamente. Exemplo do item do IRFAMI para a atividade de rotação do bloco.

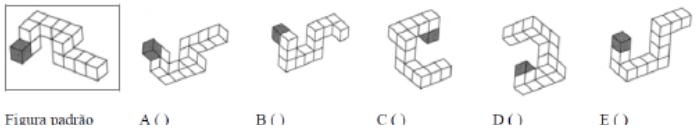
Item 14	Este é um item referente à rotação do bloco. As figuras representam um bloco formado por 10 cubos menores (cubinhos) que não podem ser separados. A figura padrão é idêntica a uma das cinco figuras apresentadas nas alternativas A, B, C, D e E. Identifique a alternativa que é igual à figura padrão nos itens a seguir:  Figura padrão A ( ) B ( ) C ( ) D ( ) E ( )	Rotação do bloco

Figura 13. Exemplo de item para avaliar o desempenho na rotação do bloco. A Tarefa de Rotação Mental de Shepard e Metzler foi retirada do original "Shepard and Metzler mental rotation task" de Shepard e Meltzler, 1971 (Eliot et al, 1981)

Os itens sobre a dobradura de papel, Figura 14, estimulam o estudante a realizar a atividade de antecipações de movimentos de girar o papel realizado a dobra. Nesse item o estudante não tem o papel em mãos para executar a dobradura e é solicitado a realizar a antecipação do movimento de dobradura do papel. A figura apenas sugere o movimento e o estudante executa a ação mentalmente. Exemplo do item do IRFAMI para a atividade de dobradura de papel.

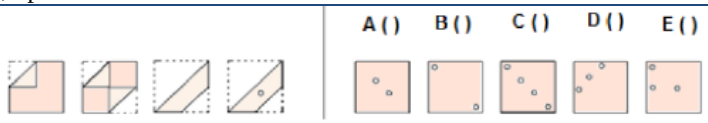
Item 16	Neste item, imagine que você vai dobrar e desdobrar um pedaço de papel. As figuras da esquerda representam um pedaço de papel quadrado, que será dobrado e a última dessas figuras resultantes tem um ou dois pequenos furos (círculos desenhados) sobre o papel que foi dobrado. Esses círculos indicam onde o papel foi perfurado. Cada furo atinge naquele local toda a espessura do papel dobrado. Uma das cinco figuras à direita da coluna mostra onde os furos resultantes estarão quando o papel for completamente desdobrado. **Agora responda os itens a seguir:** Nos dois itens a seguir, do lado esquerdo, estão apresentados como o papel foi dobrado e perfurado, apenas uma vez. E do lado direito, estão às alternativas com figuras que mostrarão a posição dos furos quando o papel for completamente desdobrado. Lembre-se, apenas uma alternativa é correta: 	Dobradura de papel

Figura 14. Exemplo de item para avaliar o desempenho na dobradura de papel. A tarefa foi retirada do original Paper Folding Task desenvolvido por French; Ekstrom e Price, 1963 (Eliot et al, 1981).

Os itens seguintes são para avaliar a capacidade desenvolvimento da superfície, Figura 15, através das manipulações em pensamento. Nesse item o estudante é solicitado a realizar dobraduras antecipadamente de uma figura plana para obter uma figura em três dimensões. A dobradura, no caso, está associada à mudança de dimensão. A figura apenas sugere o movimento e o estudante executa a ação mentalmente. Exemplo do item do IRFAMI para a atividade de desenvolvimento da superfície.

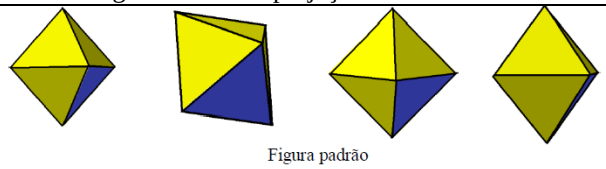
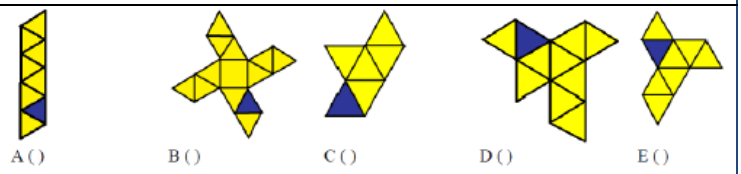
Item 18	A seguir, a figura padrão representa o octaedro, por diferentes ângulos com algumas de suas projeções bidimensionais:  Figura padrão Dentre as planificações apenas uma corresponde ao octaedro dado acima: 	Desenvolvimento de superfície

Figura 15. Exemplo de item do IRFAMI para o avaliar o desempenho na atividade para o desenvolvimento da superficie.

Os itens seguintes são para avaliar a capacidade de perspectiva através da antecipação

de movimentos. Nesse item o estudante, ao invés de ser solicitado a construir uma superfície em três dimensões a partir das dobraduras que realizará antecipadamente, ao contrário, o estudante irá desconstruir o sólido por manipulações do pensamento e imaginará o sólido como seria bidimensionalmente. No caso, o estudante realiza um movimento de "desdobrar" o sólido, que é apresentado tridimensionalmente, para uma representação bidimensional. Exemplo do item do IRFAMI para a atividade de perspectiva.

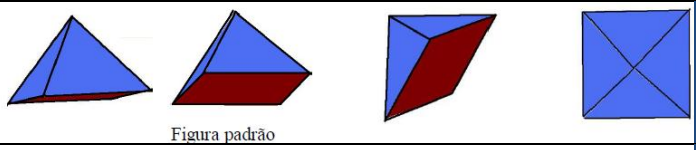
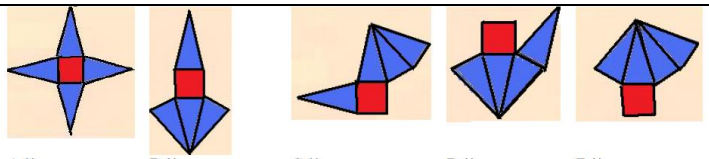
Item 20	A seguir, é representada como figura padrão uma pirâmide de base quadrada e, também, a partir das suas projeções em superfícies bidimensionais por diferentes ângulos.  Figura padrão Em relação à pirâmide de base quadrada, representada acima, identifique qual dentre as planificações não corresponde à dobradura deste sólido:  A ( ) B ( ) C ( ) D ( ) E ( )	Perspectiva

Figura 16. Exemplo de item do IRFAM para o avaliar o desempenho na atividade de perspectiva.

2.3. Material

Foram utilizados os seguintes materiais: papel ofício A4; lápis preto nº 2 ou caneta. Instrumento: 1- Questionário verbal e das imagens objeto-espacial (Anexo 1); Instrumento 2: Reconhecimento das Formas e Antecipação de Movimentos Imagéticos (Anexo 2) e Folha de resposta; Instrumento 3: Instrumento de Processamento Matemático – IPM (Anexo 3) e folha de resposta anexada ao questionário de informações da vida escolar do estudante.

2.4. As categorias de análise para os três instrumentos.

Para primeiro instrumento, o QVIOE, as respostas dos participantes foram classificadas segundo uma grade de categorização proposta no instrumento, a escala Likert, conforme o quadro abaixo:

Tabela 2. As *categorias propostas na escala Likert no QVIOE*

Categorias	Códigos numéricos
Discordo totalmente	**1**
Discordo	**2**
Não tenho certeza	**3**
Concordo	**4**
Concordo totalmente (Ver Anexo 1)	**5**

Para o segundo instrumento, o IPM, as respostas dos estudantes foram categorizada com base na teoria dos "Registros de Representação Semiótica", de Raymond Duval, sobre os diversos registros de representação discursivo (não- analógico) e sistemas de visualização (analógico).

A partir da análise dos registros de representação utilizados pelos alunos, elaborou-se um sistema de categorias para possibilitar a compreensão das relações semióticas para a resolução de problemas.

Tabela 3. As *categorias propostas na escala IPM analógica*

Categorias	Códigos numéricos
Não foi possível categorizar	**1**
Visual icônica[11]	**2**
Visual simbólica[12]	**3**

A escala IPM analógica foi adotada para avaliar o sistema de visualização ou sistema analógico. O código 1 foi atribuído quando não foi possível categorizar a resposta do estudante em relação a escala analógica. O código 2, visual icônico, foi atribuído quando as representações utilizadas pelos estudantes denotaram semelhança entre a representação adotada e o que foi representado. Sendo assim, os signos que se referem ao objeto denotaram características similares a este objeto. O código 3, visual simbólica, foi atribuída às representações, utilizadas pelos estudantes, que não denotaram semelhança entre a representação e o que foi representada.

A seguir na Tabela 4 apresentam-se as categorias de análise da escala IPM não analógica.

[11] Os ícones são signos com caracteres que ele igualmente possui quer um tal objeto realmente exista ou não.
[12] Os símbolos constituem um tipo de signo (algo que está no lugar de outro ou algo para representá-lo) que mantém uma relação de arbitrariedade, de convenção com o objeto representado. É uma associação de ideias gerais que leva a uma interpreração ao referido objeto(vide Aranha & Martins, 1987, Santaella, 1983)

Tabela 4. As *categorias propostas na escala IPM não analógica*

Categorias	Códigos numéricos
Não foi possível categorizar	**1**
Discursiva verbal	**2**
Discursiva aritmética	**3**
Discursiva algébrica	**4**

A escala IPM não analógica foi adotada para avaliar o sistema de representação discursiva ou sistema não analógico. O código 1 foi atribuído quando não foi possível categorizar a resposta do estudante em relação à escala não analógica, não havendo assim nenhum registro discursivo O código 2, categoria discursivo verbal, foi atribuído quando o participante tenha apresentado uma linguagem língua natural (palavras) e números, entretanto, não tenha realizado explicitamente as operações entre os números. Estas categorias classificaram os *tratamentos* realizados pelos estudantes ao resolverem os problemas que são as transformações que permanecem no mesmo sistema semiótico (Duval, 2003). O código 3, categoria *discursivo aritmética*, foi atribuído quando pôde-se perceber no registros dos participantes operações aritméticas explicitamente apresentadas: adição subtração, multiplicação, potenciação e radiciação. O código 4, categoria *discursivo algébrica*, foi atribuído quando o participante utilizou elementos da álgebra elementar, tais como, as incógnitas e as variáveis, as fórmulas, as expressões algébricas e as equações. As categorias 3 e 4 classificaram as conversões realizados pelos estudantes ao resolverem os problemas que são as transformações com mudança de registro e possibilidades semióticas para gerar uma nova representação (Duval, 2003). Essas categorias prévias utilizadas neste estudo resultaram de uma análise qualitativa dos registros de representações das resoluções dos estudantes.

A seguir apresentam-se as categorias de análise da escala IPM desempenho.

Tabela 5. As *categorias propostas na escala IPM desempenho*

Categorias	**Códigos numéricos**
Desempenho inadequado	**0**
Desempenho adequado	**1**

Na escala IPM desempenho, o código *0* categoriza a resposta como inadequada (erro). Atribui-se quando o participante apresentar um modo de raciocínio fora dos padrões

esperados, isto é, quando os registros de representações referentes a reposta final permitirem que sejam feitas inferências a respeito do que pode ser considerado correto, tendo em vista a Matemática tida como *oficial*. O código 1 categoriza a resposta como adequada (acerto). Atribui-se quando o participante apresentar um modo raciocínio, de acordo com os padrões esperados, isto é, quando os registros de representações estiverem de acordo com o que pode ser considerado correto, tendo em vista a Matemática tida como "oficial".

A codificação dos dados foi registrada em uma planilha (Anexo 4) que em seguida foi transferida para base de dados no pacote estatístico SPSS[13].

FICHA DE JULGAMENT DAS CATEGORIAS PARA O IPM

Instrumento de Processamento Matemático-IPM (Mathematical Processing Instrument-MPI Swanson,1978)

Turma:____ **série:** _____

Item / Aluno	1			2			3			4		
	Escala 1	Escala 2	Escala 3	Escala 1	Escala 2	Escala 3	Escala 1	Escala 2	Escala 3	Escala 1	Escala 2	Escala 3
1 A	( ) 0	( ) 0	( ) 0	( ) 0	( ) 0	( ) 0	( ) 0	( ) 0	( ) 0	( ) 0	( ) 0	( ) 0
	( ) 4	( ) 1	( ) 1	( ) 4	( ) 1	( ) 1	( ) 4	( ) 1	( ) 1	( ) 4	( ) 1	( ) 1
	( )5	( )2		( )5	( )2		( )5	( )2		( )5	( )2	
		( ) 3			( ) 3			( ) 3			( ) 3	
	Escala 1	Escala 2	Escala 3	Escala 1	Escala 2	Escala 3	Escala 1	Escala 2	Escala 3	Escala 1	Escala 2	Escala 3
2 A	( ) 0	( ) 0	( ) 0	( ) 0	( ) 0	( ) 0	( ) 0	( ) 0	( ) 0	( ) 0	( ) 0	( ) 0
	( ) 4	( ) 1	( ) 1	( ) 4	( ) 1	( ) 1	( ) 4	( ) 1	( ) 1	( ) 4	( ) 1	( ) 1
	( )5	( )2		( )5	( )2		( )5	( )2		( )5	( )2	
		( ) 3			( ) 3			( ) 3			( ) 3	

Figura 17. Reprodução parcial da ficha de julgamento das categorias para o IPM

No que se refere ao Instrumento para Reconhecimento das Formas e para Antecipação dos Movimentos Imagéticos, os dados resultantes das respostas dos estudantes foram categorizados em dois tipos de respostas, considerando a escala de múltipla escolha proposta no instrumento: adequada e inadequada.

Nos itens 1 e 2 , figura 10, foi feita uma codificação separada dos demais itens. Os registros de representação analógica e não analógica foram categorizados por imagéticos e verbais, respectivamente. Os estudantes se expressaram por representação não analógica, usando a língua materna em relação à gravura do pintor foram codificados com item 0 e os estudantes que se expressaram por representação analógica icônica ou simbólica foram codificados com item 1.

[13] O Statistical Package for the Social Sciences for Windows SPSS é um software aplicativo (programa de computador) do tipo científico que em português Pacote Estatístico para as Ciencias Sociais.

Os demais itens do IRFAM foram codificados de acordo com a resposta dada ao item. Código 0, resposta inadequada; e código 1, resposta adequada.

2.5. Os procedimentos de análise estatística.

A base de dados foi submetida a um software de pacote estatístico SPSSPW e os seguintes procedimentos foram realizados: (i) a *análise descritiva*, *teste de confiabilidade interna* e a *análise das componentes principais* – ACP e Análise das estrutura de similaridades SSA com a teoria das facetas, análise de regressão logística, o teste qui quadrado e o teste Krukal Wallis.

CAPÍTULO 3

Análise dos resultados

3.1. A revalidação do Questionário Verbal e das Imagens Objeto/Espacial – QVIOE

O objetivo desta análise foi de encontrar evidências de validade para a Língua Portuguesa do *Questionário Verbal e das Imagens Objeto-Espacial-QVIOE*. Este instrumento é formado por três subescalas, cada uma composta por 15 itens, que baseando-se em respostas autoavaliativas dos estudantes mensuram os estilos cognitivos em três dimensões. O QVIOE foi desenvolvido originalmente em Língua inglesa e foi aplicado para 625 participantes americanos. Dentre eles estudantes de duas universidades americanas e de dois institutos e alguns participantes que atuavam em diversas áreas profissionais. A versão em língua portuguesa no Brasil foi aplicada a 406 estudantes de uma escola pública, instituto federal, com escolaridade de ensino médio, subsequente e EJA.

3.1.1. O sistema de análise para encontrar evidências de validade na escala QVIOE.

O sistema de análise dos dados para encontrar evidências de validade no QVIOE em Língua Portuguesa, após a aplicação aos 406 participantes, envolve quatro procedimentos estatísticos e critérios teóricos: a *análise descritiva*, o *teste de confiabilidade interna*, a *análise das componentes principais* - ACP e análise SSA com a teoria das facetas.

O primeiro procedimento de análise estatística adotado foi a função *estatística descritiva* obtida no programa SPSS. Esse é um procedimento básico que permite explorar e descrever os dados sobre a frequência das respostas dos estudantes em relação ao questionário. Permite calcular as medidas de tendência central: a média, a moda e a mediana e também as medidas de variabilidade: variância de desvio padrão. Possibilita uma análise na distribuição dos dados com o auxílio e técnicas gráficas, permitindo também verificar como os dados estão distribuídos em relação à curva normal e como se configuram dados paramétricos ou não paramétricos.

O segundo procedimento realizado foi o teste de confiabilidade interna que verifica a consistência interna, principalmente em relação à confiabilidade**,** e necessita de uma medida de referência, o índice alfa de Cronbach. Esse índice é universalmente aconselhável para o estudo métrico de uma escala (qualquer que sejam as suas características), pois fornece "estimativas confiáveis" de uma escala. A confiabilidade de uma medida se refere à

capacidade desta ser *consistente*, ou seja, se um instrumento de medida for aplicado a participantes que sejam estruturalmente iguais, o resultado será o mesmo com maior ou menor grau de certeza (Maroco & Garcia-Marques, 2006).

O terceiro procedimento foi a Análise das Componentes Principais – ACP que é uma técnica exploratória adotada para substituir um conjunto inicial de variáveis, os 45 itens do questionário, por outras de menor número, mas que guardam significativa explicação original do problema. Através da ACP, é possível realizar uma investigação psicométrica da escala para verificar se realmente existem três subescalas: a imagem objeto, a imagem espacial e a verbal e quais itens apresentam-se fortemente correlacionados entre si.

O quarto procedimento foi a Análise da estrutura de Similaridade – SSA, também conhecido como Análise do Menor Espaço (*Smallest Space Analysis*), com a teoria das facetas, um método alternativo para validação de escala. É uma técnica menos conhecida que a análise fatorial, mas serve ao mesmo objetivo: analisar as estruturas das relações entre as variáveis. Essa técnica possibilita descobrir a estrutura latente que flui dos dados por uma representação geométrica espacial que retrata de forma fiel a relação entre todas as relações das variáveis analisadas na investigação (Roazzi & Dias, 2001).

3.1.2. Análise descritiva da escala QVIOE.

As variáveis da *escala imagem objeto* (*6, 11, 12, 13, 15, 18, 20, 23, 26, 29, 33, 34, 40, 43 e 45*) apresentaram média M= 3,37, com desvio padrão DP= 0,425. No $item_{12}$, 126 participantes, percentual válido da amostra 31,0%, assinalaram a alternativa discordo totalmente; 98 participantes, percentual válido da amostra, 24,1% assinalaram a alternativa discordo; 91 participantes, percentual válido da amostra, 22,4% assinalaram a alternativa não tenho certeza; 57 participantes, percentual válido da amostra, 14% assinalaram a alternativa concordo e 34 participantes, percentual válido da amostra, 8,4% assinalaram a alternativa concordo totalmente. No $item_{34}$, 10 participantes, percentual válido da amostra, 2,5% assinalaram a alternativa discordo totalmente; 22 participantes, percentual válido da amostra, 5,4% assinalaram a alternativa discordo; 61 participantes, percentual válido da amostra, 15,0% assinalaram a alternativa não tenho certeza; 162 participantes, percentual válido da amostra, 39,9% assinalaram a alternativa concordo e 151 participantes, percentual válido da amostra, 37,2% assinalaram a alternativa concordo totalmente.

As variáveis da *escala imagem espacial (1, 3, 5,7, 10, 14, 17, 25, 27, 30, 31, 32, 38, 42 e 44*) apresentaram média M= 2,91, com DP= 0,297. No $item_7$, 115 participantes, percentual válido da amostra, 28,3% assinalaram a alternativa discordo totalmente; 129 participantes, percentual válido da amostra, 31,8% assinalaram a alternativa discordo; 72 participantes, percentual válido da amostra, 17,7% assinalaram a alternativa não tenho certeza; 63 participantes, percentual válido da amostra, 15,5% assinalaram a alternativa concordo e 27 participantes, percentual válido da amostra, 6,7% assinalaram a alternativa concordo totalmente. No $item_3$, 45 participantes, percentual válido da amostra, 11,1% assinalaram a alternativa discordo totalmente; 64 participantes, percentual válido da amostra, 15,8% assinalaram a alternativa discordo; 68 participantes, percentual válido da amostra, 16,7% assinalaram a alternativa não tenho certeza; 103 participantes, percentual válido da amostra, 25,4% assinalaram a alternativa concordo e 126 participantes, percentual válido da amostra, 31,0% assinalaram a alternativa concordo totalmente.

E, também, as variáveis da *escala verbal* (*2, 4,8, 9, 16, 19, 21,22, 24, 28, 35, 36, 37, 39 e 41*) apresentaram M= 3,08 com DP= 0,330. No $item_8$, 108 participantes, percentual válido da amostra, 26,6% assinalaram a alternativa discordo totalmente; 105 participantes, percentual válido da amostra, 25,9% assinalaram a alternativa discordo; 109 participantes, percentual válido da amostra, 26,8% assinalaram a alternativa não tenho certeza; 52 participantes, percentual válido da amostra 12,1%, assinalaram a alternativa concordo e 32 participantes, percentual válido da amostra, 7,9% assinalaram a alternativa concordo totalmente. No $item_{21}$, 30 participantes, percentual válido da amostra, 7,4% assinalaram a alternativa discordo totalmente; 61 participantes, percentual válido da amostra, 15,0% assinalaram a alternativa discordo; 71 participantes, percentual válido da amostra, 17,5% assinalaram a alternativa não tenho certeza; 130 participantes, percentual válido da amostra, 32,0% assinalaram a alternativa concordo e 114 participantes, percentual válido da amostra, 28,1% assinalaram a alternativa concordo totalmente.

Comparando o resultado das três escalas observa-se que a média mais alta foi para a *escala imagem objeto,* o que pode indicar que foi a escala em que os estudantes mais concordaram com as afirmações do QVIOE. O $item_{34}$, *Posso fechar meus olhos e facilmente imaginar uma cena que eu experimentei,* foi o que apresentou maior concordância em 77,1% dos estudantes. Entretanto, a menor média foi para a escala *imagem espacial* o que pode indicar que foi a escala em que os estudantes mais discordaram das afirmações do QVIOE. O

item$_7$, *Prefiro diagramas esquemáticos e croquis durante a leitura de um livro em vez de ilustrações coloridas e gravuras* foi o que apresentou maior discordância em 60,1% dos estudantes.

3.1.3. A análise da confiabilidade interna (α de Cronbach) da escala QVIOE.

A confiabilidade interna do instrumento possibilita analisar a sua consistência interna, verificando se os itens utilizados estão relacionados uns com os outros e quais os itens devem ser excluídos. O alfa de Cronbach (α) é um modelo de consistência interna que se baseia nas correlações entre as médias dos itens. A partir do seu valor, é possível estimar o quanto os itens contribuem para a soma não ponderada do instrumento, variando de 0 a 1, denominado por Cronbach (1951) de consistência interna da escala. Na literatura, a confiabilidade de um instrumento é classificada com confiabilidade apropriada se o coeficiente α for pelo menos 0,70 (Nunnally, 1978; Maroco, & Garcia Marques, 2006). Entretanto, Murphy & Davidsholder (1988) consideram o coeficiente 0,7 com confiabilidade baixa. Para Peterson (1994), na literatura das Ciências Sociais e Humanas, a média encontrada na medição dos valores do coeficiente foi de 0,70 a 0,82. McKelvie (1994) considera o valor mínimo recomendado para o coeficiente α no intervalo entre (0,60 e 0,85). Churchill (1979) sugere que valores do alfa, entre 0,60 e 0,80, são bons e o suficiente *para confiabilidade* , e os valores acima deste patamar, são considerados ótimos.

Na Tabela 1 da confiabilidade estatística, estão representados ambos os alfas para as três subescalas: a *imagem objeto, a imagem espacial e a imagem verbal.*

Tabela 6. Confiabilidade estatística das três escalas (45 itens)

Escala	Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach Baseado em itens padronizados	Nº de Itens
Imagem objeto	0,753	0,759	15
Imagem espacial	0,716	0,719	15
Verbal	0,557	0,577	15

Para a *escala imagem objeto,* observa-se α=0,753 e α=0,759; para a *escala imagem espacial,* observa-se α = 0,716 e α = 0,719 e, para a Escala verbal, observa-se α= 0,557 e α= 0,577, respectivamente. Para as duas escalas, os coeficientes foram considerados apropriados e dentro do mínimo aceitável para um escala. Entretanto, a escala verbal apresentou α de Cronbarch abaixo da média encontrado nas ciências sociais e humanas atingindo confiabilidade inaceitável com valor <0,6.

A Tabela 2 apresenta a estatística da escala com os valores que resultam do somatório da pontuação dos itens para cada participante. Observa-se, na primeira e terceira colunas, o valor da média, variando entre o mínimo de 43,62 (escala imagem espacial) com desvio padrão DP=7,710 até o máximo de 50,60 (escala imagem objeto) com desvio padrão DP=8,067. O desvio padrão da variável imagem objeto é superior ao da variável imagem espacial e verbal.

Tabela 7*: A estatística das três subescalas (45 itens)*

Escala	Média	Variância	Desvio Padrão	Nº de Itens
Imagem objeto	**50,60**	**65,070**	**8,067**	15
Imagem espacial	**43,62**	59,437	7,710	15
Verbal	46,19	**42,422**	**6,513**	15

Nas Tabelas 8, 9 e 10, apresentam a estatística item-total que possibilita a análise das simulações de retirada de itens em cada uma das três escalas e, também, as consequências dessa retirada no valor do alfa de Cronbach.

Tabela 8. *A estatística item-total da escala imagem objeto.*

Itens	Média da Escala se o Item fosse Removido	Variância da Escala se o Item fosse Removido	Correlação entre o Escore Item-Total	Coeficiente de Determinação Múltipla (R^2)	Alfa de Cronbach se Item fosse Removido	Alfa de Cronbach Baseado em itens padronizados
6	47,68	58,711	0,248	0,200	0,752	0,759
12	**48,16**	59,643	0,190	0,123	**0,758**	0,759
13	47,34	57,404	0,375	0,215	0,738	0,759
15	47,32	59,837	0,220	0,159	0,753	0,759
18	46,83	59,083	0,302	0,147	0,745	0,759
20	47,62	57,752	0,364	0,228	0,739	0,759
23	47,30	57,335	**0,422**	0,219	0,734	0,759
26	46,80	56,585	**0,451**	0,252	0,731	0,759
29	47,06	56,663	**0,409**	0,290	0,735	0,759
33	47,43	57,446	0,380	0,198	0,738	0,759
34	**46,56**	57,575	**0,439**	0,306	0,734	0,759
40	47,33	54,401	**0,511**	**0,357**	0,724	0,759
43	47,39	57,488	**0,400**	0,200	0,736	0,759
45	46,92	57,118	0,344	0,177	0,742	0,759
11	46,68	58,183	0,328	0,169	0,743	0,759

A Tabela 8 representa a estatística item total da escala imagem objeto. Na primeira e segunda colunas, observam-se a média e a variância da escala, se o item fosse retirado, variando de M= 46,56 com DP= 7,588 até M=48,16 com DP=7,526. A maior redução apresentada na média foi para o $item_{34}$, pois a sua retirada reduziu a média da escala de M= 50,60 e DP=8,067 para M= M= 46,56 com DP= 7,588. Ao contrário, a menor redução da

média observada foi para o $item_{12}$, pois a sua retirada reduziu a média da escala para M=48,155 com DP=7,722.

Na terceira coluna, observa-se que os valores dos coeficientes de correlação entre escore e item variaram entre o valor mínimo de 0,190 ($itens_{12}$) até o máximo de 0,511 ($item_{40}$). Dentre esses coeficientes, a maior parte, nove itens, apresentou correlações com valores inferiores a 0,4, como se observa no quadro acima para os itens 6, 11, 12, 13, 15, 18, 20, 33 e 45. Todos esses coeficientes inferiores a 0,4 representam pouca correlação entre o item e a escala. O restante dos coeficientes, seis itens, apresentou correlações entre itens e escala com valores acima de 0,4, como os itens 23, 26, 29, 34, 40 e 43, nesse caso, os itens são os que mais se relacionaram fortemente com os valores da escala.

O coeficiente de determinação múltipla ou de explicação (R^2) está representado na 4ª coluna. A subescala *imagem objeto* apresentou o coeficiente de explicação atingindo valor mínimo de 0,123, fornecendo a porcentagem de 12,3% variação da escala, que pode ser explicada pela variação $item_{12}$. O coeficiente de explicação atingiu valor máximo de 0,357, fornecendo a porcentagem de 35,7% variação da escala, que pode ser explicada pela variação do $item_{43}$.

Comparando-se as duas últimas colunas, referente aos alfas, em ambos se o item fosse removido, essa simulação da retirada de itens da escala provocaria a redução da confiabilidade da escala para a maioria dos itens. A confiabilidade da escala atingiu o menor valor com a retirada do $item_{40}$, com a redução de α=0,759 para α= 0,724, um indicativo de que esse é um dos que mais explica a variação da escala, confirmando o que foi analisado no coeficiente de explicação. Nenhum item aumentaria o α de Cronbach baseado em itens padronizados se fosse retirado da escala. Se o $item_{12}$ fosse removido da escala, o alfa com base em itens padronizados reduziria para α=0,758 uma indicação de que esse item foi um dos que menos contribuiu para explicar a variação da escala.

Observa-se também nessa escala que os itens (40, 34, 26 e 23) produziriam a maior redução no valor do α de Cronbach da escala, se fossem removidos da escala. A variação desses quatro itens pode explicar a variação da escala em 35,7%, 30,6%, 25,2% e 21,9%,

respectivamente. Por outro lado, o $item_{12}$ é o que menos explica a escala, pois ao contrário, a sua retirada da escala levaria ao valor mais próximo do α de Cronbach para itens padronizados, um indicativo de que a variação do item pouco contribui para explicar a variação da escala.

Tabela 9. *A estatística item-total da escala imagem espacial.*

Itens	Média da Escala se o Item fosse Removido	Variância da Escala se o Item fosse Removido	Correlação entre o Escore Item-Total	Coeficiente de Determinação Múltipla (R^2)	Alfa de Cronbach se o Item fosse Removido	Alfa de Cronbach Baseado em itens padronizados
1	40,94	53,083	0,397	0,254	0,695	0,719
3	40,12	51,672	0,302	0,186	0,705	0,719
5	40,34	52,147	0,290	0,203	0,706	0,719
7	41,21	53,911	0,221	0,065	0,714	0,719
10	40,62	55,264	0,169	0,112	0,718	0,719
14	40,85	50,097	**0,468**	0,286	0,684	0,719
17	40,70	55,867	0,202	0,100	0,713	0,719
25	40,35	55,147	0,167	0,065	**0,719**	**0,719**
27	40,97	50,732	**0,464**	**0,307**	0,686	0,719
31	**40,99**	50,970	**0,428**	0,248	0,689	0,719
30	40,51	51,777	**0,420**	0,290	0,691	0,719
32	40,87	50,685	**0,442**	0,268	0,687	0,719
38	40,69	53,690	0,293	0,173	0,705	0,719
44	40,94	51,233	**0,443**	0,284	0,688	0,719
42	40,54	56,111	0,125	0,140	0,723	0,719

A Tabela 9 representa a estatística item total da escala imagem espacial. Todos os resultados apresentados resultam de simulações retirando-se o item. Nas duas primeiras colunas, observam-se a média e a variância da escala, com valor mínimo de M= 40,12 com DP= 7,188 e valor máximo de M=40,99 com DP=7,139. O $item_3$, se fosse retirado, reduziria a média da escala de M= 43,62 e DP=7,710 para M= 40,12 com DP= 7,188 e, ao contrário, a o $item_{31}$, se fosse retirados, reduziria a média da escala para M=40,99 com DP=7,139.

Na terceira coluna, observa-se que os valores dos coeficientes de correlação entre escore e item variaram entre o valor mínimo de 0,125 ($item_{42}$neg) até o máximo de 0,468 ($item_{14}$). Dentre esses coeficientes, a maior parte, nove itens, apresentaram correlações com valores inferiores a 0,4, como aconteceu para os itens, a saber: 1, 3, 5, 7, 10, 17, 25, 38 e 42. Todos esses coeficientes inferiores a 0,4 representam pouca correlação entre o item e a escala. O restante dos coeficientes, seis itens, apresentaram correlações entre itens e escala com valores acima de 0,4, como ocorre para os itens, a saber: 14, 27, 30, 31, 32 e 44. Estes são os itens que mais se relacionaram fortemente com os valores da escala.

O coeficiente de determinação múltipla ou de explicação (R^2) está representado na 4ª coluna. A escala imagem espacial apresentou o coeficiente de explicação, atingindo valor mínimo de 0,065, fornecendo a porcentagem de 6,5% variação da escala, que pode ser explicada pela variação do $item_{25}$ e do $item_{10}$. O coeficiente de explicação atingiu valor máximo de 0,307, fornecendo a porcentagem de 30,7%, variação da escala, que pode ser explicada pela variação $item_{27}$.

Na duas últimas, observou-se que a simulação da retirada de itens da escala provocou a redução da confiabilidade da escala para a maioria dos itens. A confiabilidade da escala atingiu o menor valor com a retirada do $item_{14}$, com a redução de α=0,719 para α= 0,684. Nenhum item aumentou o α de Cronbach baseado em itens padronizados se fosse retirado da escala. Se o $item_{25}$ fosse removido da escala, o alfa com base em itens padronizados permaneceria constante com valor α=0,719, podendo trazer uma indicação de que esse item foi um dos que menos contribuiu para explicar a variação da escala.

Observa-se também nessa escala que os itens (14, 27 e 32) produziriam a maior redução no valor do α de Cronbach da escala, se fossem removidos da escala. A variação desses três itens pode explicar a variação da escala em 28,6%, 30,7% e 26,8%, respectivamente. Por outro lado, o $item_{25}$ e o $item_{10}$ são os que menos explicam a escala, pois ao contrário, aumentariam o valor do alfa o que seria indicativo de que a variação do item pouco contribui para explicar a variação da escala.

Tabela 10. *A estatística item-total da escala verbal.*

Itens	Média da Escala se o Item fosse Removido	Variância da Escala se o Item fosse Removido	Correlação entre o Escore Item-Total	Coeficiente de Determinação Múltipla (R^2)	Alfa de Cronbach se Item fosse Removido	Alfa de Cronbach Baseado em itens padronizados
4	43,39	36,105	0,361	0,216	0,509	0,577
8	**43,70**	38,750	0,141	0,068	0,553	0,577
16	43,14	36,037	**0,475**	**0,349**	0,496	0,577
19	43,14	37,426	0,214	0,138	0,538	0,577
21	42,61	37,859	0,196	0,138	0,542	0,577
24	43,40	40,270	0,049	0,072	0,570	0,577
28	43,18	36,968	0,246	0,134	0,531	0,577
35	43,07	38,587	0,258	0,197	0,533	0,577
36	43,15	37,427	0,217	0,105	0,538	0,577
37	43,03	38,446	0,255	0,164	0,533	0,577
39	42,73	38,364	0,245	0,145	0,534	0,577
2	42,66	36,409	0,339	0,242	0,514	0,577
9	42,65	36,716	0,270	0,220	0,526	0,577
41	43,45	39,744	0,074	0,119	0,567	0,577
22	43,40	42,744	-0,114	0,113	**0,602**	0,577

A Tabela 10 representa a estatística item total da escala verbal. As duas primeiras colunas observam-se a média e a variância da escala, se o item fosse retirado, variando de M= 42,61 com DP= 6,153 até M=43,70 com DP=6,225. A maior redução apresentada na média foi para o $item_{21}$, pois a sua retirada reduziu a média da escala de M= 46,19 e DP=5,513 para M= 42,61 com DP= 6,153. Ao contrário, a menor redução da média observada foi para o $item_{8}$, pois a sua retirada reduziu a média da escala para M=43,70 com DP=6,225.

Na terceira coluna, observam-se que os valores dos coeficientes de correlação entre escore e item variaram entre o valor mínimo de 0,074 ($item_{41}$) até o máximo de 0,475 ($item_{16}$). Apenas o $item_{16}$ apresenta coeficiente de correlação com valor superior a 0,4, portanto o que mais se relaciona fortemente com os valores da escala. O $item_{22}$ apresenta coeficiente de correlação item-escala negativo indicativo de que se correlaciona inversamente à escala.

O coeficiente de determinação múltipla ou de explicação (R^2) está representado na 4ª coluna. A escala *verbal* apresento o coeficiente de explicação atingindo valor mínimo de 0,068, fornecendo a porcentagem de 6,8% variação da escala, que pode ser explicada pela variação $item_{8}$. O coeficiente de explicação atingiu valor máximo de 0,349, fornecendo a porcentagem de 34,9% variação da escala, que pode ser explicada pela variação $item_{16}$.

Nas duas últimas colunas, observa-se que a simulação da retirada de itens da escala provoca a redução da confiabilidade da escala para a maioria dos itens. A confiabilidade da escala atinge o menor valor com a retirada do $item_{16}$, com a redução de α=0,577 para α= 0,496. Esse é um indicativo de que esse é o item que mais explica a variação da escala. Nenhum item aumentou o α de Cronbach baseado em itens padronizados se fosse retirado da escala. Se o $item_{22}$ fosse removido da escala, o alfa com base em itens padronizados aumentaria para α=0,602, podendo trazer uma indicação de que o que esse item foi um dos que menos contribui para explicar a variação da escala.

Observa-se também nessa escala que os itens (16, 4 e 2) produziriam a maior redução no valor do alfa da escala, se fossem removidos da escala. A variação desses três itens pode explicar a variação da escala em 34,9%, 21,6% e 24,2%, respectivamente. Por outro lado, o $item_{22}$ e o $item_{41}$ são os que menos explicam a escala, pois ao contrário, aumentariam o valor do α de Cronbach indicativo de que a variação do item pouco contribui para explicar a variação da escala.

A partir desta análise prévia, adotam-se outros critérios para se optar pela remoção de itens. Existe sim a necessidade de reduzir o número de itens da escala e o método adotado foi a análise fatorial.

3.1.4. A análise das componentes principais - ACP: Um método tradicional e convencional que possibilita a redução de itens de uma escala.

A técnica estatística ACP possibilita verificar se o Questionário Verbal e das Imagens Objeto/Espacial é composto por três subescalas como propõem as autoras Blazhenkova et al (2009). A ACP, também, permite identificar quais desses itens apresentam carga fatorial forte para cada uma das três dimensões e, quais apresentam carga fatorial fraca, nesse caso, esses itens serão excluídos. Para isso, realizam-se os seguintes procedimentos: verificar se a ACP é adequada para as variáveis; analisar as correlações bivariadas na matriz sem rotação; verificar a comunalidade e analisar as cargas fatoriais apresentadas na matriz com rotação.

Para adotar a ACP, é importante verificar se esse método fatorial é adequado para as variáveis que resultaram da aplicação do QVIOE. Para isso, dois indicadores: o Teste Kaiser-Meyer-Olkin de medida de adequação de amostragem e o teste de esfericidade de Bartlett foram adotados. A estatística do Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) indica a proporção da variância dos dados que pode ser considerada comum a todas as variáveis, isto é, a sua adequabilidade. Esse fator comum que deverá ser superior a 0,6 e o quanto mais próximo de 1 será melhor o resultado para a aplicação da análise fatorial. O Teste Kaiser-Meyer-Olkin de medida de adequação de amostragem apresentou KMO = 0,750, indicando a média adequabilidade amostral (Pereira, 1999).

O teste de esfericidade de Bartlett visa verificar se a matriz de correlação é uma matriz identidade, o que indicaria que não há correlação entre os dados. Esse teste adota como hipótese nula H_0: a matriz de correlação obtida pela classificação dos alunos é a identidade; e como hipótese alternativa H_1: a matriz de correlação obtida pela classificação dos alunos no QVIOE não é a identidade. O teste de esfericidade apresentou um valor de $\chi^2 = 3753{,}708$ com 990 graus de liberdade. A hipótese nula foi rejeitada para um nível de significância $\rho = 0{,}000 < 0{,}0001$; portanto, a análise fatorial é apropriada.

A análise na matriz, sem rotação, foi feita para verificar se havia correlação entre as variáveis. **A** matriz de correlação obtida a partir do relacionamento bivariado dos 45 itens, o número de correlações significativas não foi superior as que não foram significativas. Observa-se na matriz de correlação sem rotação que a maioria dos relacionamentos apresentou baixa correlação bivariada. Dentre os relacionamentos bivariados que apresentaram coeficientes acima de 0,3, foram encontrados 13 relacionamentos entre os itens, por ex. entre os itens (34-26) o coeficiente de relação foi dado por 0,393, com significância

p=0,000<0,005. Apenas no relacionamento bivariado entre os itens (12-13), o coeficiente de correlação foi acima de 0,4, dado por 0,460. E, acima de 0,6, no relacionamento bivariado entre os itens (12-3), o coeficiente de correlação foi dado por -0.615, com significância p=0,000<0,005.

A comunalidade indica o quanto da variância de uma variável tem em comum com o restante das outras. É também a proporção de variância explicada pelos fatores comuns. A Análise das Componentes Principais de primeira ordem revelou 14 fatores acima de 1 com variação de 1,049 a 5,213. Esses fatores seriam suficientes, pois explicariam o conjunto original de dados, 45 variáveis analisadas, contendo 57,13% da variância. Entretanto, decidiu-se pela extração dos três fatores que apresentaram os maiores autovalores dados por 5,213; 3,412 e 2,145 e cada fator respectivamente, explicando a variância 11,59%, 7,58% e 4,77%, contendo 23,93%, percentual razoavelmente relevante considerando a natureza dos construtos (variáveis latentes).

Dando prosseguimento à análise dos fatores, aplicou-se a rotação para transformar os coeficientes das componentes principais numa estrutura mais simplificada**.** Com base nos resultados da ACP de primeira ordem, foi realizada uma segunda ACP, com rotação Varimax[14] padronizada onde estão representadas as cargas fatoriais, isto é, como se correlacionam as variáveis e os fatores.

Observando a estrutura dos componentes, optou-se intencionalmente pela extração de três fatores: imagem-objeto (fator 1), imagem espacial (fator 2) e verbal (fator 3). O fator imagem objeto, carregado positivamente, agrupou os itens destinados a avaliar as experiências com imagem-objeto e foram fracamente carregados, ou carregaram negativamente para os itens de imagem espacial e de preferência verbal. O segundo fator foi identificado como o fator de preferência verbal, uma vez que foi carregado positivamente para os itens destinados a avaliar as preferências verbais e a maioria dos itens destinados a avaliar as imagem objeto ou imagem espacial, não carregaram, ou carregaram negativamente. E, finalmente, o terceiro fator foi carregado positivamente para os itens destinados a avaliar as experiências com imagens espaciais e a maioria dos itens destinados a avaliar as imagem objeto ou preferência verbal não carregou ou carregou negativamente. Os resultados da carga fatorial são apresentados na Tabela 11.

[14] O método Varimax é um dos métodos que fazem rotação dos eixos. Esse método para rodar a matriz das cargas permite a obtenção ortogonal dos fatores que são independentes. Isso é feito como o auxílio da álgebra matricial. O SPSS roda a matriz tão logo que maximiza as altas correlações e minimiza as baixas correlações.

Tabela 11. A *primeira matriz dos componentes com rotação.*

Itens	Fator 1 Objeto	Fator 2 Espacial	Fator 3 Verbal	Itens	Fator 1 Objeto	Fator 2 Espacial	Fator 3 Verbal
1 Espacial	0,198	**0,477**	0,025	27 Espacial	0,183	**0,581**	0,111
3 Espacial	-0,155	**0,526**	-0,010	28 Verbal	0,038	-0,163	**0,345**
4 Verbal	0,267	0,004	**0,465**	29 Objeto	**0,515**	0,029	0,202
5 Espacial	-0,071	**0,460**	-0,064	30 Espacial	0,231	**0,514**	0,031
6 Objeto	0,239	-0,248	0,137	31 Espacial	0,031	**0,577**	-0,049
7 Espacial	-0,100	0,288	-0,029	32 Espacial	0,204	**0,525**	-0,111
8 Verbal	0,004	0,191	0,192	33 Objeto	**0,507**	0,074	-0,057
10 Espacial	0,119	0,175	-0,364	34 Objeto	**0,608**	-0,053	-0,066
11 Objeto	**0,461**	0,074	0,028	35 Verbalx	**0,369**	0,079	0,323
12 Objeto	0,278	-0,440	-0,007	36 Verbal	-0,021	-0,090	**0,388**
13 Objeto	**0,447**	0,216	0,215	37 Verbal	0,276	0,100	**0,357**
14 Espacial	0,257	**0,557**	0,025	38 Espacial	0,052	**0,368**	-0,135
15 Objeto	0,251	-0,179	0,067	39 Verbalx	**0,469**	-0,025	0,188
16 Verbal	**0,301**	0,081	0,612	40 Objeto	**0,604**	0,026	0,080
17 Espacialx	**0,370**	0,174	-0,074	43 Objeto	**0,526**	,067	-0,053
18 objeto	**0,385**	0,065	0,034	44 Espacial	0,145	**0,566**	0,004
19 verbal	-0,033	-0,231	0,245	45 Objeto	**0,501**	-0,185	-0,202
20 objeto	**0,416**	0,038	0,125	2 Verbalneg	0,059	-0,028	**0,616**
21 verbal	0,289	-0,130	0,192	9 Verbalneg	0,137	0,030	**0,488**
23 objeto	**0,524**	0,129	-0,017	41 Verbalneg	-0,193	0,153	**0,435**
24 verbal	-0,021	-0,178	0,007	22 Verbalneg-	-0,295	-0,290	-0,023
25 espacial	0,273	0,131	0,022	42 Espacialneg	-0,047	0,254	0,163
26 objeto	**0,557**	-0,094	0,067				

Nota: Método de extração: Análise das Componentes Principais. Método de rotação: Varimax com Normalização de Kaiser.

a.A rotação convergiu em 5 interações.

b.O escore dos itens negativos 2, 9, 41, 22, e 42 é invertido.

A ACP realizada agrupou as variáveis segundo as três componentes. Observou-se a carga fatorial para encontrar um conjunto de variáveis com algo em comum. Como critério toma-se por base o valor da carga fatorial para decidir quais correlações são significativas. Na tabela de estrutura composta por três fatores estão destacadas em negrito as cargas acima de 0,3[15]; consideradas como fortemente carregadas a um dos três fatores. Esse fator indica uma correlação de Pearson e, ao adotar como critério de eliminação das variáveis com fatores inferiores a r=0,3, implicaria em considerar que as variáveis com valores acima estariam explicando a variação das outras com um coeficiente de determinação r^2= 0,09=9%. As Ciências Sociais tendem a considerar correlações mais fracas como significativas devido à natureza dos dados.

[15] Dancey e Reidy (2006) o critério de exclusão dos valores abaixo de 0,3 é arbitrário, podendo ser adotados outros valores variando de 0,3 a 0,5.

A análise dos valores das cargas fatoriais, a partir desse critério adotado, elimina itens nas três subescalas. No presente estudo, foram eliminados, na subescala objeto, o $item_{6}$, $item_{12}$ e o $item_{15}$; na subescala espacial, o $item_{7}$, o $item_{10}$, o $item_{25}$ e o $item_{42}$ e na subescala verbal o $item_{8}$, $item_{19}$, o $item_{21}$, $item_{24}$ e o $item_{22}$. No estudo de Blazhenkova e Kozhevnikov (2009), na subescala objeto, apenas o $item_{15;}$ na subescala espacial, $item_{10}$, o $item_{25}$ e o $item_{38;}$ e para a subescala verbal, $item_{19}$, o $item_{22}$, o $item_{24}$. Além disso, no estudo realizado no Brasil, observam-se itens que apresentam cargas fatoriais cruzados, isto é, itens desenvolvidos para avaliar uma dimensão e apresentam cargas fatoriais para outra dimensão. O $item_{17,}$ da subescala espacial, apresenta carga fatorial forte para a dimensão objeto e, da subescala verbal, o $item_{39}$ e o $item_{35}$ apresentaram carga fatorial forte para a dimensão objeto. Esse cruzamento das dimensões fatoriais não aconteceu no estudo de Blazhenkova e Kozhevnikov (2009).

No estudo realizado no Brasil, a estrutura fatorial está reproduzida com suficiente estabilidade para a maioria das cargas fatoriais apresentadas na escala QVIOE. Na subescala imagem objeto, doze itens, 11, 13, 18, 20, 23, 26, 29, 33, 34, 40, 43 e 45, carregaram fortemente ao fator objeto; na subescala imagem espacial, dez itens, 1, 3, 5, 14, 27, 30, 31, 32, 38 e 44 carregaram fortemente ao fator espacial e, na subescala verbal, oito itens, 4, 16, 28, 36, 37, 2, 9 e 41, carregaram fortemente ao fator verbal. Essa estabilidade comparada ao estudo de Blazhenkova e Kozhevnikov (2009) foi inferior, pois as autoras encontraram na escala imagem objeto catorze itens, 6, 11, 12, 13, 14, 18, 20, 23, 26, 29, 33, 34, 40 e 43, com carga fatorial forte para o fator objeto; na escala imagem espacial, doze itens, 1, 3, 5, 7, 14, 17, 27, 30, 31, 32, 42 e 44, carregaram fortemente para a o fator espacial e, para a escala verbal, doze itens, 2, 4, 8, 9, 16, 21, 28, 35, 36, 37, 39 e 41 carregaram fortemente para o fator verbal.

Entretanto, observa-se no estudo realizado no Brasil que quinze variáveis não foram atribuídas a nenhum fator, pois foram fracamente carregadas, apresentando fatores inferiores a 0,3. O estudo das autoras também apresentou cargas fatoriais fracamente correlacionadas para sete itens que apresentaram cargas fatoriais. Comparando os resultados dos dois estudos seis itens em comum aos dois estudos, não carregaram a nenhum fator: na escala imagem objeto, $item_{15}$; na escala imagem espacial, $item_{10}$ e $item_{25}$ e na escala verbal, $item_{19}$, $item_{24}$ e $item_{22}$.

Tabela 12. *Comparação dos fatores entre os estudos realizados no Brasil e nos EUA - itens que apresentaram cargas fatoriais fracas em ambos os estudos.*

Itens	Estudo Brasil			Estudo EUA		
	Objeto	Espacial	Verbal	Objeto	Espacial	Verbal
15. O. Gosto de figuras com cores brilhantes e de formas incomuns como as de arte moderna.	0,25	-0,18	0,07	**0,21**	-0,15	0,03
10. E. Minhas imagens se parecem mais com representações esquemáticas de coisas e de eventos do que com imagens detalhas.	0,12	**0,18**	-0,36	-0,41	**0,13**	0,07
25. E. Normalmente não experimento muitas imagens vívidas espontâneas, eu uso a minha imaginação mental, na maioria das vezes, quando tento resolver alguns problemas como os de matemática.	**0,27**	**0,13**	0,02	-0,49	**0,19**	0,11
19. V. Montando os kits de móveis (por exemplo, um suporte de TV ou uma cadeira), é mais fácil para mim quando as instruções são detalhadas verbalmente do que quando eu só tenho um diagrama ou figuras.	-0,03	-0,23	**0,25**	-0,12	-0,20	**0,19**
22. V. Se alguém me desse dois números com dois algarismos para adicionar, por exemplo, 43 e 32, eu faria a adição sem visualizar estes números.	-0,30	-0,29	**-0,02**	-0,15	-0,28	**0,12**
24. V. Geralmente não tento visualizar ou esboçar diagramas quando leio um livro.	-0,02	-0,18	**0,01**	-0,39	0,00	**0,24**

Fonte: Para o estudo realizado no Brasil foram utilizados dados da própria pesquisa e para o estudo realizado nos EUA foram utilizados dados de pesquisa das autoras Blazhenkova e Kozhevnikov (2009).

Observa-se na Tabela 12 que, na subescala imagem objeto, o $item_{15}$ não apresenta carga forte para dimensão imagem objeto (fator 1) em ambos os estudos, entretanto, apresentam carga negativa, indicando que para os dois estudos o item apresenta correlação inversa com a dimensão imagem espacial (fator 2).

Na subescala imagem espacial, o $item_{10}$ apresenta fraca correlação para a dimensão espacial em ambos os estudos. Entretanto, no estudo realizado no Brasil, o item está inversamente correlacionado com a dimensão verbal, diferentemente, nesse aspecto, o estudo realizado nos EUA encontra o item inversamente correlacionado com a dimensão objeto. Percebe-se isso, pois ambos os estudos apresentam uma carga forte negativa para essas duas dimensões. O $item_{25}$ apresenta carga fatorial fraca para a dimensão espacial em ambos os estudos realizados. No Brasil a carga para a dimensão objeto, ainda que menor que 0,3; foi mais forte que a dimensão espacial no estudo realizado nos EUA.

Na subescala verbal, o $item_{19}$ apresenta fraca correlação para a dimensão espacial em ambos os estudos e, também, apresenta carga fatorial fraca e negativa para as outras dimensões. O $item_{22}$ apresenta um grande problema para o estudo realizado no Brasil, pois ele apresenta-se inversamente correlacionado para a própria dimensão verbal, isso não ocorreu no estudo realizado nos EUA. O $item_{24}$ apresenta carga fatorial muito próxima de zero para a

dimensão verbal e no estudo realizado pelas autoras americanas isso não ocorreu, entretanto, a carga fatorial foi fraca.

Tabela 13. *Comparação dos fatores entre os estudos realizados no Brasil e nos EUA– itens que apresentaram cargas fatoriais fracas no Brasil e forte nos EUA.*

Itens	**Estudo Brasil**			**Estudo EUA**		
	Objeto	Espacial	Verbal	Objeto	Espacial	Verbal
6. O. Minhas imagens são muito coloridas e brilhantes.	**0,24**	-0,25	0,14	**0,55**	0,12	0,05
12. O. Se me pedissem para escolher entre as profissões de engenharia ou de artes visuais, eu escolheria artes visuais.	**0,28**	-0,44	-0,01	**0,38**	-0,49	0,14
7. E. Prefiro diagramas esquemáticos e croquis durante a leitura de um livro em vez de ilustrações coloridas e gravuras.	-0,100	**0,29**	-0,03	-0,27	**0,48**	0,010
17. E. Quando penso sobre um conceito abstrato (ou na construção de um conceito), imagino uma construção esquemática abstrata, na minha mente ou no seu projeto, melhor do que uma construção concreta específica.	**0,37x**	**0,17**	-0,07	0,00	**0,40**	0,01
42. E. Acho que é difícil imaginar como uma figura geométrica tridimensional se pareceria exatamente quando girada.	-0,05	**0,25**	0,16	0,10	**0,46**	-0,07
8. V. Conto piadas e histórias melhor do que a maioria das pessoas.	0,00	0,19	**0,19**	0,04	0,09	**0,42**
21. V. Quando explico alguma coisa, eu prefiro dar explicações verbais a fazer desenhos ou croquis.	0,29	-0,13	**0,19**	-0,19	-0,38	**0,46**
35.V. A minha fluência é acima da média no uso das palavras.	**0,37x**	0,08	**0,32**	0,16	0,05	**0,66**
39. V. Eu aprecio ser capaz de formular os meus pensamentos, de muitas maneiras, por razões variadas tanto na escrita como na fala.	**0,47x**	-0,03	**0,19**	0,22	-0,06	**0,58**

Fonte: Para o estudo realizado no Brasil foram utilizados dados da própria pesquisa e para o estudo realizado nos EUA foram utilizados dados de pesquisa das autoras Blazhenkova e Kozhevnikov (2009).

Observa-se na Tabela 13, na escala imagem objeto, que o $item_6$ e o $item_{12}$ não apresentam carga fatorial forte para a dimensão objeto, diferentemente do estudo desenvolvido por Blazhenkova e Kozhevnikov (2009) em que os itens apresentam carga acima de 0,3.

Na escala imagem espacial o $item_7$, o $item_{17}$ e o $item_{42}$ apresentaram carga fatorial fraca para a dimensão espacial, diferentemente do estudo desenvolvido pelas autoras americanas em que os itens estão fortemente carregados para o fator 2. Entretanto, o $item_{17}$ apresenta carga fatorial cruzada, pois o item desenvolvido para avaliar a dimensão espacial apresenta carga mais forte para a dimensão objeto. Isso não aconteceu para o estudo desenvolvido com os alunos dos EUA.

Na escala verbal, o $item_8$, o $item_{21}$, o $item_{35}$ e o $item_{39}$, não apresentaram carga fatorial para dimensão verbal. Entretanto, o $item_{35}$ e o $item_{21}$ apresentaram cargas fatoriais cruzadas, pois são itens para avaliar a dimensão verbal e a carga mais forte foi para a dimensão objeto. O $item_{35}$ desenvolvido para avaliar a dimensão verbal, particularmente, apresenta carga fatorial acima de 0,3 para as duas dimensões e a mais forte foi para a dimensão objeto. Isso não acontece para o estudo desenvolvido com os alunos dos EUA.

Tabela 14. *Comparação dos fatores entre os estudos realizados no Brasil e nos EUA– itens que apresentaram cargas fatoriais fortes no Brasil e fraca nos EUA.*

Itens	**Estudo Brasil**			**Estudo EUA**		
	Objeto	Espacial	Verbal	Objeto	Espacial	Verbal
38. E. Minhas imagens são mais esquemáticas do que coloridas e pictóricas.	0,05	**0,37**	-0,14	-0,46	0,26	0,07

Fonte: Para o estudo realizado no Brasil foram utilizados dados da própria pesquisa e para o estudo realizado nos EUA foram utilizados dados de pesquisa das autoras Blazhenkova e Kozhevnikov (2009).

Observa-se na Tabela 14, na escala imagem espacial, que o $item_{38}$ apresenta carga fatorial forte para a dimensão espacial diferentemente do estudo desenvolvido por Blazhenkova e Kozhevnikov (2009) em que os itens não apresentam carga acima de 0,3.

Com base nos resultados da ACP de primeira ordem, foi realizada uma segunda ACP, com rotação Varimax padronizada onde estão representadas as cargas fatoriais, isto é, como se correlacionam as variáveis e os fatores. Nesta nova ACP realizada, após a exclusão de 15 itens, buscou-se uma matriz de componente com rotação que apresentasse maior coerência.

Tabela 15. *A segunda matriz dos componentes com rotação.*

Itens	**Fator 1 Objeto**	**Fator 2 Espacial**	**Fator 3 Verbal**	**Itens**	**Fator 1 Objeto**	**Fator 2 Espacial**	**Fator 3 Verbal**
34 Objeto	**0,665**	-0,073	-0,048	14 Espacial	0,228	**0,594**	0,010
40 Objeto	**0,638**	0,017	0,164	32 Espacial	0,160	**0,580**	-0,096
26 Objeto	**0,598**	-0,100	0,083	30 Espacial	0,167	**0,559**	0,028
45 Objeto	**0,547**	-0,176	-0,225	1 Espacial	0,147	**0,523**	0,037
43 Objeto	**0,536**	0,110	-0,009	3 Espacial	-0,143	**0,441**	-0,020
29 Objeto	**0,533**	0,020	0,262	5 Espacial	-0,070	**0,418**	-0,037
33 Objeto	**0,517**	0,133	-0,033	38 Espacial	0,003	**0,350**	-0,058
23 Objeto	**0,502**	0,168	0,026	2 Verbalneg	0,048	-0,059	**0,651**
11 Objeto	**0,469**	0,081	0,066	16 Verbal	0,259	0,086	**0,641**
13 Objeto	**0,454**	0,230	0,231	9 Verbalneg	0,120	-0,012	**0,560**
18 Objeto	**0,425**	0,065	0,034	4 Verbal	0,229	0,040	**0,487**
20 Objeto	**0,356**	0,132	0,168	41 Verbalneg	-0,189	0,095	**0,422**
27 Espacial	0,105	**0,640**	0,129	36 Verbal	-0,060	-0,108	**0,381**
44 Espacial	0,110	**0,627**	0,037	37 Verbal	0,235	0,104	**0,373**
31 Espacial	-0,030	**0,616**	-0,045	28 Verbal	-0,019	-0,147	**0,356**

Nota: Método de extração: Análise das Componentes Principais. Método de rotação: Varimax com Normalização de Kaiser.

a. A rotação convergiu em 4 interações.

Na Tabela 15, está representada a nova matriz com rotação após a remoção dos itens com carga fatorial fraca ou com carga fatorial cruzada. Observa-se nessa matriz que todos os itens restantes apresentaram carga fatorial forte a uma das três dimensões: objeto, espacial e verbal e não ocorrendo também cargas fatoriais com dimensões cruzadas. A estrutura fatorial é composta por três fatores e reproduzida com suficiente estabilidade. As cargas destacadas em negrito indicam o fator acima de 0,3 e as variáveis são consideradas como fortemente carregadas a um dos três fatores. Como nenhuma variável obteve carga abaixo de 0,3 foi possível observar maior coerência na matriz de componente com rotação.

3.1.3.1. A configuração dos itens da escala após a redução de itens pela ACP.

Pela estatística da ACP, a escala seria adaptada à língua portuguesa com 30 itens, sendo eliminados 15 itens que apresentaram carga fatorial fraca. A subescala imagem objeto é composta por 12 itens; a subescala imagem espacial é composta por 10 itens e a subescala verbal composta por 8 itens.

A seguir, na Tabela 16, apresenta-se os fatores para os itens e realiza-se uma análise para a escala após a redução de itens.

Tabela 16. *Itens que foram mantidos e seus fatores após a redução pelo método ACP*

Itens	Fator 1 Objeto	Fator 2 Espacial	Fator 3 Verbal
34. Posso fechar meus olhos e facilmente imaginar uma cena que eu experimentei.	**0,665**	-0,073	-0,048
40. Eu me lembro de tudo visualmente. Posso contar o que as pessoas usavam para um jantar e posso falar sobre a maneira como eles se sentaram e a aparência deles, provavelmente, em mais detalhes do que eu poderia discutir o que eles disseram.	**0,638**	0,017	0,164
26. Quando imagino o rosto de um amigo, tenho uma imagem perfeitamente clara e brilhante.	**0,598**	-0,100	0,083
45. Quando ouço um locutor de rádio ou um DJ que realmente nunca vi antes, eu geralmente me encontro imaginando com quem ele ou ela se pareceria.	**0,547**	-0,176	-0,225
43. Minhas imagens visuais estão na minha cabeça o tempo todo. Elas só estão lá.	**0,536**	0,110	-0,009
29. Posso me lembrar muito de detalhes visuais que ninguém viu. Por exemplo, eu simplesmente perceberia algumas coisas como a cor da camisa de alguém ou a cor dos seus sapatos.	**0,533**	0,020	0,262
33. Algumas vezes, as minhas imagens são tão vívidas e persistentes que é difícil de ignorá-las.	**0,517**	0,133	-0,033
23. Minhas imagens mentais de objetos diferentes assemelham-se em tamanho, forma e cor aos objetos reais que tenho visto.	**0,502**	0,168	0,026
11. Quando leio uma ficção, eu geralmente formo uma imagem mental clara e detalhada de uma cena ou de uma sala que foi descrita.	**0,469**	0,081	0,066
13. Tenho uma memória fotográfica	**0,454**	0,230	0,231
18. Quando entro em uma loja familiar para obter um item específico, eu posso facilmente visualizar a localização exata do produto que procuro e da prateleira que se encontra, bem como estão organizados os artigos ao redor.	**0,425**	0,065	0,034
20. Minhas imagens são muito nítidas e fotográficas.	**0,356**	0,132	0,168
27. Tenho excelentes habilidades em gráficos técnicos.	0,105	**0,640**	0,129
44. Minhas habilidades gráficas fariam uma carreira na arquitetura relativamente fácil para mim.	0,110	**0,627**	0,037
31. Na escola, eu não tenho problemas com geometria.	-0,030	**0,616**	-0,045
14. Posso facilmente imaginar e girar mentalmente figuras geométricas tridimensionais.	0,228	**0,594**	0,010
32. Sou bom em jogos espaciais, envolvendo a construção de blocos e papel (por exemplo, Lego, Tetris, Origami).	0,160	**0,580**	-0,096
30. Posso facilmente esboçar um projeto para uma construção que eu estou familiarizado.	0,167	**0,559**	0,028
1. Sou muito bom como estudante na geometria de três dimensões.	0,147	**0,523**	0,037
3. Se me pedirem para escolher entre as profissões de engenharia e de artes visuais, preferiria engenharia.	-0,143	**0,441**	-0,020
5. A arquitetura me interessa mais do que a pintura.	-0,070	**0,418**	-0,037
38. Minhas imagens são mais esquemáticas do que coloridas e pictóricas.	0,003	**0,350**	-0,058
4. Minhas habilidades verbais fariam uma carreira na linguagem artística relativamente fácil para mim.	0,048	-0,059	**0,651**
16. Minhas habilidades verbais são excelentes.	0,259	0,086	**0,641**
28. Quando eu me lembro de uma cena, eu uso melhor as descrições verbais do que as imagens mentais.	0,120	-0,012	**0,560**
36. Prefiro ter uma descrição verbal de um objeto ou pessoa, do que uma gravura.	0,229	0,040	**0,487**
37. Estou sempre ciente da estrutura das frases.	-0,189	0,095	**0,422**
2. Tenho dificuldade em me expressar na escrita.	-0,060	-0,108	**0,381**
9. Escrever um texto é difícil para mim e eu não aprecio fazer isso de maneira alguma.	0,235	0,104	**0,373**
41. Algumas vezes eu tenho problemas para expressar exatamente o que eu quero dizer.	-0,019	-0,147	**0,356**

O método fatorial é adequado para as variáveis que resultaram da aplicação do QVIOE. O Teste Kaiser-Meyer-Olkin de medida de adequação de amostragem apresentou

KMO = 0,783, indicando a média adequabilidade amostral. O teste de esfericidade de Bartlett apresentou um valor de χ^2 = 2228,16 com 435 graus de liberdade. A hipótese nula foi rejeitada para um nível de significância ρ =0,000 < 0,0001; portanto, a análise fatorial é apropriada.

A análise na matriz de correlação, sem rotação, realizada a partir do relacionamento bivariado dos 30 itens, indicou o número de correlações significativas não foi superior as que não foram significativas. Observa-se que nessa matriz a maioria dos relacionamentos apresentou baixa correlação bivariada. Dentre todos os relacionamentos bivariados, 17 relacionamentos apresentam valores acima de 0,3. Na subescala imagem objeto, encontra-se o relacionamento mais forte para os itens (29-40) com coeficiente de correlação 0,460, com significância p=0,000<0,005. Na subescala espacial, encontra-se o relacionamento mais forte para os itens (27-30) com coeficiente de correlação 0,390, com significância p=0,000<0,005. E, na subescala verbal, encontra-se o relacionamento mais forte para os itens (4-16) com coeficiente de correlação 0,388, com significância p=0,000<0,005.

A proporção de variância explicada pelos fatores comuns, comunalidade, revelou 9 fatores acima de 1 com variação de 1,047 a 4,447. Esses fatores explicariam o conjunto original de dados, 30 variáveis analisadas, contendo 54,66% da variância. Entretanto, decidiu-se pela extração dos três fatores que apresentaram os maiores autovalores dados por 4,447; 2,798 e 1,952 e cada fator respectivamente, explicando a variância 14,82%; 9,33 e 6,51%, contendo 30,66% percentual razoavelmente, relevante considerando a natureza dos construtos (variáveis latentes).

A confiabilidade da escala e das três subescalas foi analisada após a redução de itens e comparada à confiabilidade antes da redução de itens. Na Tabela 12, estão representados dois valores de α de Cronbach para a escala imagem objeto, imagem espacial e imagem verbal antes e após a redução de itens.

Tabela 17. *Confiabilidade estatística das três escalas antes e depois da redução de itens.*

Confiabilidade antes da redução de itens ACP				Confiabilidade após a redução de itens ACP			
Escala	**Alfa de Cronbach**	**Alfa de Cronbach baseado em itens padronizados**	**Nº de itens**	**Escala**	**Alfa de Cronbach**	**Alfa de Cronbach baseado em itens padronizados**	**Nº de itens**
QVIOE completa	0,729	**0,749**	45	QVIOE completa	0,757	**0,768**	30
Imagem objeto	0,753	**0,759**	15	Imagem Objeto	0,772	**0,773**	12
Imagem Espacial	0,716	**0,719**	15	Imagem Espacial	0,735	**0,741**	10
Verbal	0,557	**0,577**	15	Verbal	0,569	**0,585**	8

Pode-se observar acima que após a redução de 15 itens, a confiabilidade da escala e, também, das três subescalas aumenta. Para a escala completa, observa-se o aumento para α=0,757 e α=0,768; para a subescala imagem objeto, observa-se o aumento para α=0,753 e α=0,759; para a subescala imagem espacial, observa-se o aumento para α = 0,716 e α = 0,719 e para a subescala verbal, observa-se o aumento para α= 0,557 e α= 0,577. Para as duas escalas, os coeficientes foram considerados apropriados e dentro do mínimo recomendado para as Ciências Sociais e Humanas entretanto, a escala verbal apresentou alfa abaixo do mínimo recomendado.

A Tabela 18 apresenta a estatística da escala com os valores que resultam do somatório da pontuação dos itens para cada participante. Observa-se, nas primeira e terceira colunas, o valor da média variando entre o mínimo de 43,62 (escala imagem espacial) com desvio padrão DP=7,710 até o máximo de 50,60 (escala imagem objeto) com desvio padrão DP=8,067. O desvio padrão da variável imagem objeto é superior ao da variável imagem espacial e verbal.

Tabela 18. *Estatísticas da escala antes e depois da redução de itens.*

Antes da redução de itens					Depois da redução de itens				
Escala	**Média**	**Variância**	**Desvio Padrão**	**Nº de Itens**	**Escala**	**Média**	**Variância**	**Desvio Padrão**	**Nº de Itens**
Completa	140,41	206,983	14,387	45	Completa	95,798	145,381	12,057	30
Objeto	50,60	65,070	8,067	15	Objeto	41,95	50,410	7,100	12
Espacial	43,62	59,437	7,710	15	Espacial	28,95	39,734	6,303	10
Verbal	46,19	42,422	6,513	15	Verbal	24,89	21,608	4,648	8

Nas Tabelas 19, 20 e 21, apresentam-se a estatística item-total que possibilita a análise das simulações de retirada de itens em cada uma das três escalas e, também, as consequências dessa retirada no valor do alfa de Cronbach.

Tabela 19. *Estatística item-total subescala imagem objeto.*

Itens	Média da Escala se o Item fosse Removido	Variância da Escala se o Item fosse Removido	Correlação entre o Escore Item-Total	Coeficiente de Determinação Múltipla (R^2)	Alfa de Cronbach se Item fosse Removido	Alfa de Cronbach Baseado em itens padronizados
34	37,91	43,086	0,494	0,303	0,748	0,773
40	38,69	40,556	**0,539**	**0,355**	0,740	0,773
26	38,15	42,663	0,467	0,247	0,750	0,773
45	38,28	43,460	0,333	0,162	0,765	0,773
43	38,74	43,550	0,408	0,196	0,756	0,773
29	38,41	42,322	0,451	0,288	0,751	0,773
33	38,78	43,653	0,377	0,186	0,759	0,773
23	38,65	43,597	0,417	0,205	0,755	0,773
11	38,03	43,683	0,367	0,166	0,760	0,773
13	38,69	42,995	0,417	0,212	0,755	0,773
18	38,18	44,665	0,330	0,126	0,764	0,773
20	**38,97**	44,629	0,310	0,167	0,**766**	0,773

A Tabela 19 representa a estatística item total da escala imagem objeto. As simulações feitas de retirada do item revelaram nas duas primeiras colunas que a média variou de M= 37,91 com DP= 6,16 até M=38,97 com DP=6,68. A maior redução apresentada na média foi para o $item_{34}$, pois, a sua retirada reduziu a média da escala de M= 41,95 e DP=7,100 para M= 37,91 com DP= 6,16. Ao contrário, a menor redução da média observada foi para o $item_{20}$, pois a sua retirada reduziu a média da escala para M=38,97 com DP=6,68.

Na terceira coluna, observou-se que os valores dos coeficientes de correlação entre escore e item variaram entre o valor mínimo de 0,310 ($item_{20}$) até o máximo de 0,539 ($item_{40}$). Todos os coeficientes apresentaram coeficiente de correlação com valor superior a 0,3, portanto, todos os itens estão fortemente correlacionados com os valores da escala.

O coeficiente de determinação múltipla ou de explicação (R^2) está representado na 4ª coluna. A escala imagem objeto apresentou o coeficiente de explicação atingindo valor mínimo de 0,126, fornecendo a porcentagem de 12,6% variação da escala que pode ser explicada pela variação $item_{18}$. O coeficiente de explicação atingiu valor máximo de 0,355, fornecendo a porcentagem de 35,5% variação da escala que pode ser explicada pela variação $item_{40}$.

Nas duas últimas colunas observa-se que a redução da confiabilidade da escala para a maioria dos itens. A confiabilidade da escala atinge o menor valor com a retirada do $item_{40}$, com a redução de α=0,772 para α= 0,740. Este é um indicativo de que esse é o item que mais explica a variação da escala. Nenhum item aumentaria o α de Cronbach, se fosse retirado da escala. Se o $item_{20}$ fosse removido da escala, o alfa atingiria para α=0,766, podendo trazer

uma indicação de que esse item foi um dos que menos contribui para explicar a variação da escala.

Observa-se também nessa escala que os itens (40, 34 e 26) produziram a maior redução no valor do α de Cronbach da escala, se fossem removidos da escala. A variação desses três itens pode explicar a variação da escala em 35,5%, 30,3% e 24,7%, respectivamente. Por outro lado, o $item_{18}$ e o $item_{45}$ são os que menos explicam a escala, pois ao contrário, aumentariam o valor do α de Cronbach indicativo de que a variação do item pouco contribui para explicar a variação da escala.

Tabela 20. *Estatística item-total da subescala imagem espacial.*

Itens	Média da Escala se o Item fosse Removido	Variância da Escala se o Item fosse Removido	Correlação entre o Escore Item-Total	Coeficiente de Determinação Múltipla (R^2)	Alfa de Cronbach se Item fosse Removido	Alfa de Cronbach Baseado em itens padronizados
1	26,28	34,626	0,379	0,235	0,717	**0,741**
3	25,46	33,059	0,308	0,176	0,731	**0,741**
5	25,68	33,300	0,307	0,189	0,730	**0,741**
14	26,18	32,100	0,459	0,246	0,704	**0,741**
27	26,31	32,331	**0,480**	**0,306**	0,702	**0,741**
30	25,84	33,264	0,429	0,240	0,710	**0,741**
31	**26,33**	32,506	0,442	0,244	0,707	**0,741**
32	26,20	32,567	0,433	0,255	0,708	**0,741**
38	26,03	35,268	0,261	0,082	**0,733**	**0,741**
44	26,28	32,284	0,497	0,271	0,699	**0,741**

A Tabela 20 representa a estatística item total da subescala imagem espacial. A simulação de retirada de itens apresenta a média variando de M= 25,46 com DP= 5,750 até M=26,33 com DP=5,701. A maior redução apresentada na média foi para o $item_3$, pois a sua retirada reduziu a média da escala de M= 28,95 e DP=6,303 para M= 25,46 com DP= 5,750. Ao contrário, a menor redução da média observada foi para o $item_{31}$, pois a sua retirada reduziu a média da escala para M=26,33 com DP=5,701.

Na terceira coluna, observa-se que os valores dos coeficientes de correlação entre escore e item variaram entre o valor mínimo de 0,261 ($item_{38}$) até o máximo de 0,480 ($item_{27}$). Somente o $item_{27}$ apresentou coeficiente de correlação com valor superior a 0,3, portanto esse item é o mais fortemente correlacionado com os valores da escala.

O coeficiente de determinação múltipla ou de explicação (R^2) está representado na 4ª coluna. O coeficiente de explicação atinge valor mínimo de 0,082, fornecendo a porcentagem de 8,2% variação da escala que pode ser explicada pela variação $item_{38}$. O coeficiente de

explicação atingiu valor máximo de 0,306, fornecendo a porcentagem de 30,6%, variação da escala que pode ser explicada pela variação $item_{27}$.

Nas duas últimas colunas, a simulação da retirada de itens da escala provoca a redução da confiabilidade da escala para a maioria dos itens. A confiabilidade da escala atinge o menor valor com a retirada do $item_{44}$, com a redução de α=0,741 para α= 0,699. Esse é um indicativo de que esse é o item que mais explica a variação da escala. Nenhum item aumentaria o α de Cronbach se fosse retirado da escala. Se o $item_{38}$ fosse removido da escala, o alfa atingiria para α=0,733, podendo trazer uma indicação de que esse item foi um dos que menos contribui para explicar a variação da escala.

Observa-se também nessa escala que os itens (44, 27 e 14) produziram a maior redução no valor do α de Cronbach da escala. A variação desses três itens pode explicar a variação da escala em 27,1%, 30,6% e 24,6%, respectivamente. Por outro lado, o $item_{38}$ e o $item_{3}$ são os que menos explicam a escala, pois ao contrário, aumentariam o valor do α de Cronbach indicativo de que a variação do item pouco contribui para explicar a variação da escala.

Tabela 21. *Estatística item-total da subescala verbal.*

Itens	Média da Escala se o Item fosse Removido	Variância da Escala se o Item fosse Removido	Correlação entre o Escore Item-Total	Coeficiente de Determinação Múltipla (R^2)	Alfa de Cronbach se Item fosse Removido	Alfa de Cronbach Baseado em itens padronizados
4	22,08	17,404	0,300	0,172	0,528	0,585
16	21,84	17,068	**0,457**	**0,295**	0,488	0,585
28	21,88	17,859	0,196	0,089	0,564	0,585
36	21,85	17,792	0,205	0,085	0,561	0,585
37	21,73	18,510	0,262	0,112	0,541	0,585
2	21,35	16,541	0,402	0,234	0,494	0,585
9	21,35	16,668	0,326	0,184	0,518	0,585
41	**22,15**	18,656	0,133	0,069	**0,584**	0,585

A Tabela 21 representa a estatística item total da escala verbal. Na primeira coluna, observa-se a média variou de M= 21,35 com DP= 4,067 até M=22,35 com DP=4,083. A maior redução apresentada na média foi para o $item_{2}$ e o $item_{9}$, pois a sua retirada reduziu a média da escala de M= 24,89 e DP=4,648 para M= 21,35 com DP= 4,067. Ao contrário, a menor redução da média observada foi para o $item_{41}$, pois a sua retirada reduziu a média da escala para M=22,35 com DP=4,083.

Na terceira coluna, observou-se que os valores dos coeficientes de correlação entre escore e item variaram entre o valor mínimo de 0,133 ($item_{41}$) até o máximo de 0,457 ($item_{16}$). O $item_4$, o $item_{16}$, o $item_2$ e o $item_9$ apresentam coeficientes de correlação com valor superior a 0,3, portanto esses itens são mais fortemente correlacionados com os valores da subescala verbal.

O coeficiente de determinação múltipla ou de explicação (R^2) está representado na 4ª coluna. O coeficiente de explicação atinge valor mínimo de 0,085, fornecendo a porcentagem de 8,5% variação da escala que pode ser explicada pela variação $item_{36}$. O coeficiente de explicação atingiu valor máximo de 0,488, fornecendo a porcentagem de 48,8% variação da escala que pode ser explicada pela variação $item_{27}$.

Na duas últimas colunas observa-se que a simulação da retirada de itens da escala provoca a redução da confiabilidade da escala para a maioria dos itens. A confiabilidade da escala atinge o menor valor com a retirada do $item_{16}$, com a redução de α=0,585 para α= 0,488. Esse é um indicativo de que esse é o item que mais explica a variação da escala. Nenhum item aumentaria o *α de Cronbach* se fosse retirado da escala. Se o $item_{41}$ fosse removido da escala o alfa atingiria para α=0,584, podendo trazer uma indicação de que esse item foi um dos que menos contribui para explicar a variação da escala.

Observa-se também nessa escala que os itens (16, 2 e 9) produziram a maior redução no valor do α de Cronbach da escala, se fossem removidos da escala. A variação desses três itens pode explicar a variação da escala em 23,4%, 29,5% e 18,4%, respectivamente. Por outro lado, o $item_{41}$ e o $item_{28}$ são os que menos explicam a escala, pois ao contrário aumentariam o valor do α de Cronbach indicativo de que a variação do item pouco contribui para explicar a variação da escala.

Os resultados da análise sugerem que as três dimensões que compõem a escala construída por Blazhenkova e Kozhevnikov (2009) são tridimensionais: imagem objeto, imagem espacial e verbal no estudo de revalidação no Brasil. Na escala QVIOE, após a ACP, pode-se observar 30 itens agrupados, dispersos de forma consistente, entretanto, 15 itens não se agruparam a nenhum dos fatores esperados e por isso foram excluídos da escala. Assim, para o instrumento QVIOE houve validação e definição de construto para apenas 30 itens da escala. Por conta do número de eliminação de itens da escala ser alto, optou-se por adotar uma técnica não convencional e não tradicional: analisar o instrumento para saber se de fato o

instrumento avalia os estilos cognitivos em três dimensões e obter a validação de definição e de construto.

3.1.5. A análise de estrutura de similaridade- SSA: Um método alternativo para a redução de itens de uma escala.

O uso da ACP, um método tradicional e convencional, para validação de escala é uma prática predominante na literatura nacional (Frota, 2006; Frota, 2010; Santos et al, 2003; Bariani et al, 2001) e internacional (Blazhenkova et al, 2009; Kozhevnikov, 2009). As próprias autoras Blazhenkova e Kozhevnikov (2009) do QVIOE adotaram essa técnica para validação da escala que ora está sendo posta em análise para ser revalidada em Língua Portuguesa.

No Brasil, pesquisadores do NEC (Roazzi & Dias, 2001; Souza, 2004) exploram análises alternativas a partir das Teorias das Facetas (TF) e os procedimentos de Análise da Estrutura de Similaridade SSA[16], para diversas aplicações, dentre elas, para a validação da escala. Esse método diferencia-se dos métodos clássicos de Escalonamento Multidimensional MDS[17], pela forma de obtenção da transformação do quadrado mínimo. Ao invés disso, o SSA classifica as distâncias dentro da ordem especificada a partir dos próprios dados (Guttman 1965; Young 1987) e não impondo ortogonalidade nos dados como ocorre na análise fatorial. Por exemplo, o gráfico abaixo apresenta as variáveis no espaço de fatorial rodado. Isto pode ajudá-lo a ver como as variáveis são organizadas no espaço fatorial comum.

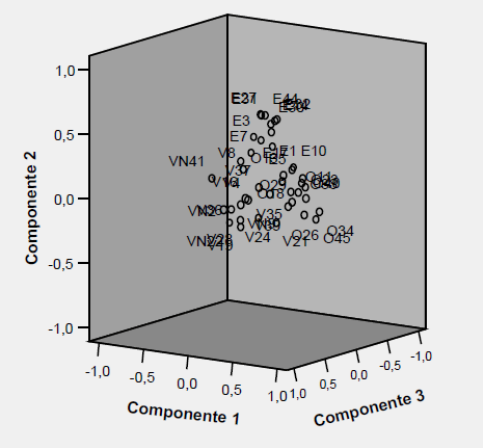


Figura 18. Gráfico das componentes em rotação no espaço.

[16] SSA é a sigla da denominação em inglês do método *Similarity Structure Analysis.*
[17] MDS é a sigla da denominação em inglês do método Multidimensional Scaling.

Segundo Roazzi e Dias (2001) a teoria das facetas permite uma melhor compreensão das diferenças e similaridades entre grupos socioculturais.

> Visto que a TF não concebe as variáveis como entidades discretas isoladas entre si, mas principalmente inter-relacionadas, o primeiro passo é estabelecer qual é a estrutura subjacente aos dados [...] O segundo passo é verificar como as variáveis independentes estão relacionadas com esta estrutura (não as variáveis dependentes isoladas) (Roazzi & Dias, 2001, p.1).

Neste presente estudo, a estrutura subjacente aos dados se refere as três dimensões dos estilos cognitivos e busca-se verificar como as variáveis independentes estão relacionadas com essa estrutura (não as variáveis dependentes isoladas), adotando a técnica das variáveis externas desenvolvidas por Cohen (1993) e Amar (1999). Busca-se saber se existem diferenças entre os vários níveis das variáveis a partir da estrutura relacional.

Segundo Roazzi e Dias (2001) e Roazzi (1995), a Análise da Estrutura de Similaridade SSA foi desenvolvida por Borg & Lingoes, (1987) tomando por base as pesquisas de Guttman (1965) e Lingoes (1968) que se fundamentam nos trabalhos de Louis Guttman (1959; 1965). A Análise da Estrutura de Similaridade parte de uma matriz de correlações com n-variáveis que são representadas graficamente como pontos em um espaço Euclidiano (Roazzi & Dias, 2001; Roazzi, 1995) como colocam os autores:

> Pontos representando as variáveis são projetados num espaço, de modo que quanto maior for a correlação entre duas variáveis, mais próximas elas se localizarão no espaço da projeção e vice-versa (Guttman, 1965, Levy, 1994), criando-se, assim 'regiões de contiguidade' ou 'regiões de descontinuidade' representando espacialmente as correlações entre-itens. As hipóteses iniciais são assim transformadas em hipóteses regionais, visto que se objetiva encontrar regiões de itens na configuração-SSA que correspondem aos elementos das facetas consideradas. Se para uma faceta um conjunto de regiões não é observado, então não existe evidência empírica por aquela faceta (Roazzi & Dias, 2001, p. 10).

O SSA possibilita descobrir a estrutura latente que flui dos dados por uma representação geométrica espacial que pode ser compreendida facilmente (Roazzi & Dias, 2001, p. 10). Essa representação geométrica é capaz de retratar de forma fiel a relação entre todas as variáveis analisadas na investigação. De acordo com as relações das variáveis, o SSA divide o espaço da projeção em regiões possibilita o pesquisador ter acesso às dimensões latentes que descrevem as relações entre um conjunto representativo de objetos sociais ou

psicológicos. Roazzi e Dias (2001) se baseando em (Davidson, 1983; Kruskal & Wish, 1978; Schiftmann, Reynolds & Young, 1981) colocam que:

> O pressuposto central subjacente ao uso na área psicológica de técnicas MDS é que as distâncias ou similaridades psicológicas (entre julgamentos, conceitos, pessoas, construtos, traços, episódios sociais, estereótipos etc.) possam ser representadas e analisadas em termos de distâncias euclidianas (Roazzi & Dias, 2001, p. 1).

A aplicação deste estudo alternativo para analisar e interpretar dados psicológicos que envolvem fenômenos multidimensional de fenômenos complexos devem ser vistos muito mais do que um outro grupo de técnicas estatísticas e sim como uma nova e emergente estratégia de pesquisa em psicologia (Jackson, 1969; Forgas, 1980; Roazzi e Dias, 2001; Roazzi, 1995).

Neste presente estudo, a análise dos dados foi feita para encontrar evidências de validade da escala QVIOE, produziu-se o mapa SSA representando as correlações entre os vários itens do questionário respondido pelos participantes a partir da escolha dos valores de uma escala Likert.

O Gráfico representa o escalograma bidimensional resultante de um escalonamento multidimensional (técnica SSA – métrica Manhattan City-Block) para as 45 variáveis estudadas.

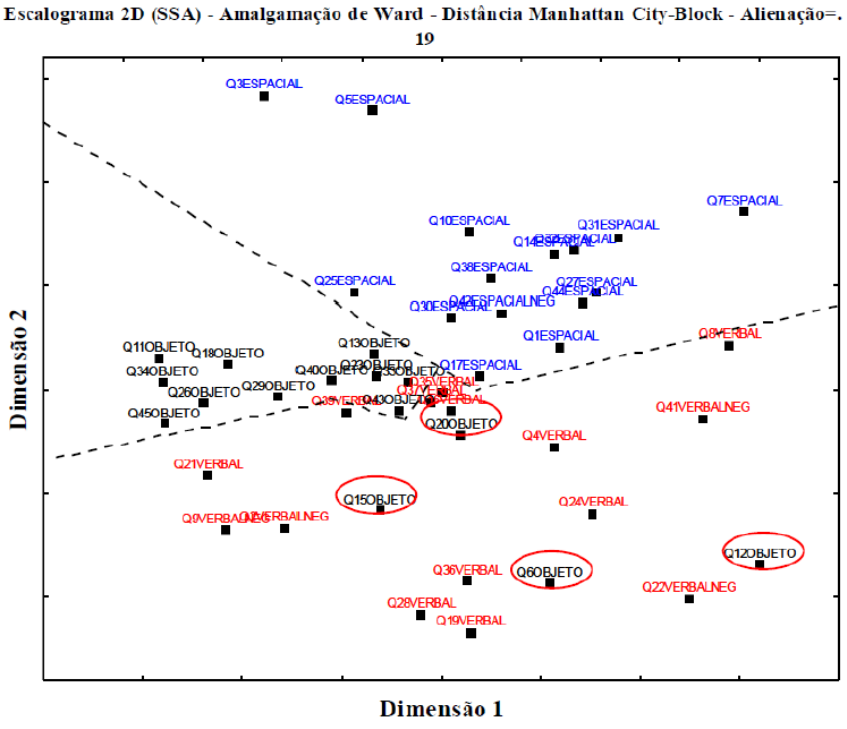


Figura 19. Escalograma da configuração das 45 variáveis do estilo cognitivo.

Uma inspeção das diferentes projeções produzidas indica haver diferenças estruturais entre os estudantes com estilos cognitivos nas dimensões: verbal, imagem objeto e imagem espacial. A Figura 3 mostra três estilos dados como exemplos, classificados conforme as facetas estilo imagem objeto, estilo imagem espacial e estilo verbal

As três projeções dos alunos mostram uma partição axial da faceta do tipo de estilo cognitivo verbal, estilo cognitivo imagem objeto e estilo cognitivo imagem espacial. As variáveis indicativas do estilo imagem espacial apresentaram-se mais relacionadas entre si do que com as demais, entretanto, é interessante observar que a faceta identificada como estilo verbal apresenta grande proximidade com as variáveis do estilo imagem objeto. Quatro variáveis indicativas do estilo imagem objeto apresentaram-se mais relacionadas às variáveis indicativas do estilo verbal.

O gráfico do escalonamento multidimensional apresenta as variáveis $item_6$, o $item_{12}$ o $item_{15}$ e o $item_{20}$ como variáveis que se relacionaram mais fortemente com a dimensão verbal do que para a dimensão objeto. Observa-se que as variáveis da dimensão imagem objeto se relacionam muito fortemente com a dimensão verbal.

Na comparação das cargas fatoriais na ACP da subescala imagem objeto realizada para os estudos realizados no Brasil e nos EUA, pode se observar que o $item_{15}$ apresenta carga fraca em ambos os estudos. O $item_6$ e o $item_{12}$ apresentaram carga fraca somente para estudo realizado no Brasil. O $item_{20}$ apresenta carga forte para ambos os estudos.

Tabela 22. *Comparação dos fatores dos itens 6, 12, 15 e 20 para os estudos realizados no Brasil e nos EUA.*

Itens	**Estudo no Brasil**			**Estudo nos EUA**		
	Objeto	Espacial	Verbal	Objeto	Espacial	Verbal
6. Minhas imagens são muito coloridas e brilhantes.	**0,239**	-0,248	0,137	**0,55**	0,12	0,05
12. Se me pedissem para escolher entre as profissões de engenharia ou de artes visuais, eu escolheria artes visuais.	**0,278**	-0,440	-0,007	**0,38**	-0,49	0,14
15. Gosto de figuras com cores brilhantes e de formas incomuns como as de arte moderna.	**0,25**	-0,18	0,07	**0,21**	-0,15	0,03
20. Minhas imagens são muito nítidas e fotográficas.	**0,35**	0,13	0,17	**0,65**	0,14	0,24

Fonte: Para o estudo realizado no Brasil foram utilizados dados da própria pesquisa e para o estudo realizado nos EUA foram utilizados dados de pesquisa das autoras Blazhenkova e Kozhevnikov (2009).

Um novo mapa SSA foi produzido para representar as correlações entre os vários itens com a exclusão de quatro variáveis: $item_6$, $item_{12}$, $item_{15}$ e $item_{20}$. O Gráfico mostra o

escalograma bidimensional resultante de um escalonamento multidimensional (técnica SSA – métrica Manhattan City-Block) de 41 variáveis estudadas.

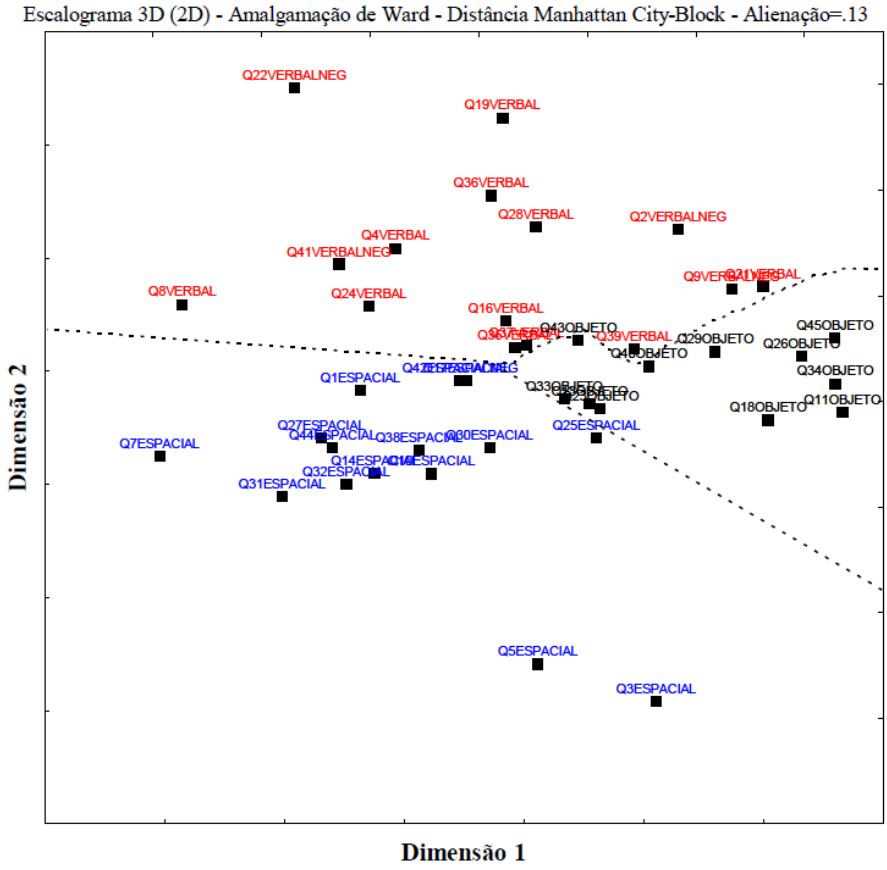


Figura 20. Escalograma da configuração das variáveis do estilo cognitivo após a exclusão de quatro variáveis da subescala imagem objeto.

Quatro variáveis indicativas do estilo imagem objeto que se apresentaram mais relacionadas às variáveis indicativas do estilo verbal foram eliminadas. Um novo escalograma, figura 8, foi realizado com as variáveis restantes e as diferenças estruturais entre os alunos estilos cognitivos nas três dimensões continuam sendo percebidas. As três projeções dos alunos mostram uma partição axial da faceta do tipo de estilo cognitivo verbal, estilo cognitivo imagem objeto e estilo cognitivo imagem espacial. As variáveis indicativas do estilo imagem espacial apresentaram-se mais relacionadas entre si do que com as demais, entretanto, é interessante observar que a faceta identificada como estilo verbal apresenta grande proximidade com as variáveis do estilo imagem objeto.

No escalograma, podem-se observar algumas variáveis muito próximas à linha de fronteira, a que delimita as facetas, e outras variáveis localizam-se isoladas. Analisando a faceta imagem espacial, observa-se o $item_{10}$ e o $item_{42}$ muito próximo entre si e ambos localizados próximo à linha fronteira com a faceta verbal. O $item_{25}$ também está localizado

próximo à linha fronteira com faceta imagem objeto. O $item_7$ também tem uma localização que desperta atenção pois está distante das demais variáveis.

Na faceta verbal, podem-se encontrar as variáveis localizadas próximas à linha de fronteira com a faceta espacial como o $item_8$ e o $item_{24}$. O $item_{41}$ tem uma localização muito próxima do $item_{24,}$ indicando um forte relacionamento. O $item_{22}$ localiza-se distante das demais variáveis.

Na comparação das cargas fatoriais na ACP da subescala imagem espacial realizada para os estudos realizados no Brasil e nos EUA, pode se observar que o $item_{10}$ e o $item_{25}$ apresentam cargas fracas em ambos os estudos. O item 7 e o item 42 apresentaram carga fraca somente para estudo realizado no Brasil.

Tabela 23. *Comparação entre os fatores para os itens 7, 10,25 e 42 subescala imagem espacial.*

Itens	**Estudo no Brasil**			**Estudo nos EUA**		
	Objeto	Espacial	Verbal	Objeto	Espacial	Verbal
7. Prefiro diagramas esquemáticos e croquis durante a leitura de um livro em vez de ilustrações coloridas e gravuras.	-,100	**,288**	-,029	-0,27	**0,48**	0,010
10. Minhas imagens se parecem mais com representações esquemáticas de coisas e de eventos do que com imagens detalhadas.	,119	**,175**	-,364	-0,41	0,13	0,07
25 Normalmente não experimento muitas imagens vívidas espontâneas, eu uso a minha imaginação mental, na maioria das vezes, quando tento resolver alguns problemas como os de matemática.	,273	**,131**	,022	-0.49	**0,19**	0,11
42 Eu me lembro de tudo visualmente. Posso contar o que as pessoas usavam para um jantar e posso falar sobre a maneira como eles se sentaram e a aparência deles, provavelmente, em mais detalhes do que eu poderia discutir o que eles disseram.	-,047	**,254**	,163	0,10	**0,46**	-0,07

Fonte: Para o estudo realizado no Brasil foram utilizados dados desta própria pesquisa e para o estudo realizado nos EUA foram utilizados dados de pesquisa das autoras Blazhenkova e Kozhevnikov (2009).

Na comparação das cargas fatoriais na ACP da subescala verbal realizada para os estudos realizados no Brasil e nos EUA, pode se observar que o item 22 e o item 24 apresentam cargas fracas em ambos os estudos. O item 8 apresentou carga fraca somente para estudo realizado no Brasil. E o item 41 apresentou carga forte em ambos os estudos.

Tabela 24. *Comparação entre os fatores para os itens 8,22,24 e 41 subescala verbal.*

Itens	Estudo no Brasil			Estudo nos EUA		
	Objeto	Espacial	Verbal	Objeto	Espacial	Verbal
8. Conto piadas e histórias melhor do que a maioria das pessoas	,004	,191	**,192**	0,04	0,09	**0,42**
22. Se alguém me desse dois números com dois algarismos para adicionar, por exemplo, 43 e 32, eu faria a adição sem visualizar estes números.	-,295	-,290	**-,023**	-0,15	-0,28	**0,12**
24. Geralmente não tento visualizar ou esboçar diagramas quando leio um livro.	-,021	-,178	**,007**	-0,39	0,00	**0,24**
41. Algumas vezes eu tenho problemas para expressar exatamente o que eu quero dizer.	-,193	,153	**,435**	0,04	-0,12	**0,45**

Fonte: Para o estudo realizado no Brasil foram utilizados dados desta própria pesquisa e para o estudo realizado nos EUA foram utilizados dados de pesquisa das autoras Blazhenkova e Kozhevnikov (2009).

A confiabilidade da escala também foi comparada. Na Tabela 19, pode-se observar que antes e após a eliminação dos quatro itens do QVIOE a confiabilidade não foi comprometida.

Por conta disso, foi realizado um novo escalograma cuja análise culminou na redução de 4 itens em cada uma das três subescalas. Na imagem objeto, foram eliminados os itens: 20,15,6 e 12; na verbal, os itens eliminados foram: 8, 22, 24 e 41; na imagem espacial, os itens eliminados foram: 7, 10, 25 e 42. Após a redução das quatro variáveis, em cada uma das subescala, as 11 variáveis restantes indicativas do estilo imagem objeto mostraram-se mais relacionadas entre si do que com as demais, formando uma outra segunda faceta à parte.

O Gráfico mostra o escalograma bidimensional resultante de um escalonamento multidimensional (técnica SSA – métrica Manhattan City-Block) de 33 variáveis estudadas.

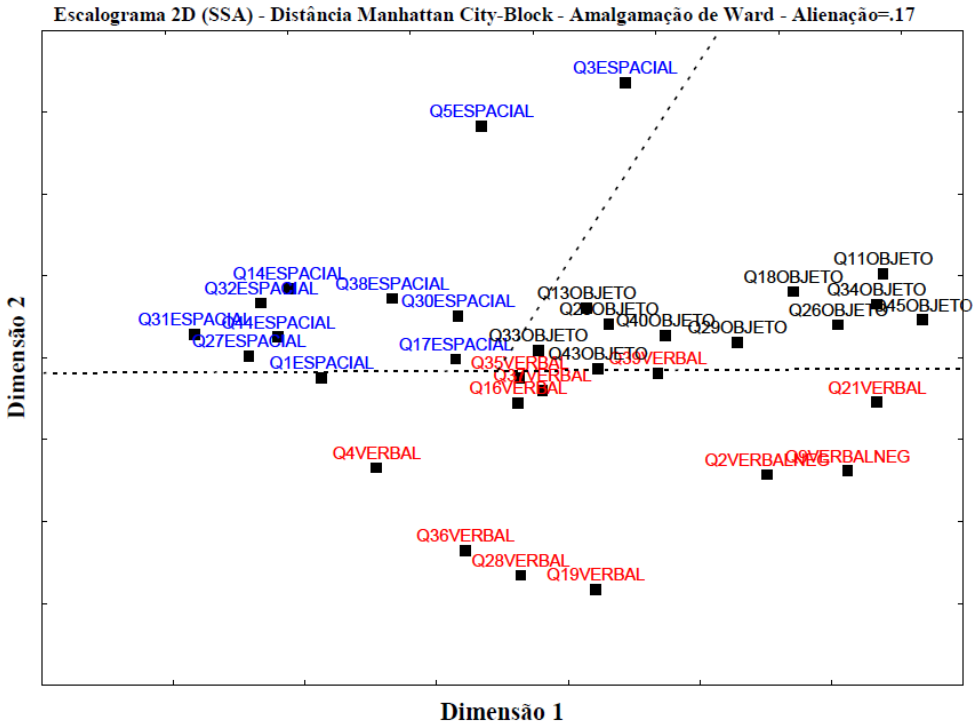


Figura 21. Escalograma de como se configuram as variáveis do QVIOE após a exclusão de variáveis para as três subescalas.

O escalograma novo obtido apresenta-se estatisticamente aceitável, revelando que as 11 variáveis que são indicativas do estilo cognitivo verbal mostraram-se mais relacionadas entre si do que com as demais, formando uma faceta à parte. O mesmo ocorre com as 11 variáveis indicativas do estilo imagem espacial que se mostraram mais relacionadas entre si do que com as demais, formando também uma faceta segunda faceta.

A confiabilidade da escala QVIOE com 33 itens foi analisada e comparada à redução sugerida pela ACP com 30 itens. Na Tabela 20, estão apresentados os dois alfas das três subescalas, após a redução de itens sugeridos por ambos: o método ACP e o método SSA.

Para a escala completa com 30 itens que resultaram após a ACP, o alfa de Cronbach padronizado é dado por α=0,768 e, para a escala completa com 33 itens que resultaram após a SSA, o alfa de Cronbach padronizado é dado por α=0,785, como pode ser observado a seguir:

Tabela 25. *Comparação da confiabilidade da escala após a redução de itens.*

Confiabilidade após a redução de itens ACP				**Confiabilidade após a redução de itens SSA**			
Escala	**Alfa de Cronbach**	**Alfa de Cronbach baseado em itens padronizados**	**Nº de itens**	**Escala**	**Alfa de Cronbach**	**Alfa de Cronbach baseado em itens padronizados**	**Nº de itens**
Completa	0,757	**0,768**	30	Completa	0,773	**0,785**	33
Imagem objeto	0,772	**0,773**	12	Imagem objeto	0,766	**0,767**	11
Imagem espacial	0,735	**0,741**	10	Imagem espacial	0,735	**0,738**	11
Verbal	0,569	**0,585**	8	Verbal	0,644	**0,657**	11

Comparando o alfa de Cronbach, para os itens padronizados, nas subescalas separadamente: na subescala imagem objeto, observa-se que o alfa de Cronbach, para os itens padronizados, sofre um aumento no valor de α=0,768 para α=0,785. Para a subescala imagem espacial, observa-se que o alfa de Cronbach, para os itens padronizados, sofre um redução no valor de α=0,773 para α=0,767. E para a subescala verbal, o alfa de Cronbach, para os itens padronizados, sofre um aumento no valor de α=0,585 para α=0,657.

A confiabilidade da subescala verbal apresentava problemas, nessa nova configuração da escala, a partir da análise do SSA, foi possível configurar a escala dentro de índices aceitáveis para as ciências sociais.

Tabela 26. *Itens que foram mantidos e suas facetas após a redução pelo método SSA.*

Itens da escala QVIOE revalidados no Brasil	Dimensão
34. Posso fechar meus olhos e facilmente imaginar uma cena que eu experimentei.	**Objeto**
40. Eu me lembro de tudo visualmente. Posso contar o que as pessoas usavam para um jantar e posso falar sobre a maneira como eles se sentaram e a aparência deles, provavelmente, em mais detalhes do que eu poderia discutir o que eles disseram.	**Objeto**
26. Quando imagino o rosto de um amigo, tenho uma imagem perfeitamente clara e brilhante.	**Objeto**
45. Quando ouço um locutor de rádio ou um DJ que realmente nunca vi antes, eu geralmente me encontro imaginando com quem ele ou ela se pareceria.	**Objeto**
43. Minhas imagens visuais estão na minha cabeça o tempo todo. Elas só estão lá.	**Objeto**
29. Posso me lembrar muito de detalhes visuais que ninguém viu. Por exemplo, eu simplesmente perceberia algumas coisas como a cor da camisa de alguém ou a cor dos seus sapatos.	**Objeto**
33. Algumas vezes, as minhas imagens são tão vívidas e persistentes que é difícil de ignorá-las.	**Objeto**
23. Minhas imagens mentais de objetos diferentes assemelham-se em tamanho, forma e cor aos objetos reais que tenho visto.	**Objeto**
11. Quando leio uma ficção, eu geralmente formo uma imagem mental clara e detalhada de uma cena ou de uma sala que foi descrita.	**Objeto**
13. Tenho uma memória fotográfica	**Objeto**
18. Quando entro em uma loja familiar para obter um item específico, eu posso facilmente visualizar a localização exata do produto que procuro e da prateleira que se encontra, bem como estão organizados os artigos ao redor.	**Objeto**
27. Tenho excelentes habilidades em gráficos técnicos.	**Espacial**
44. Minhas habilidades gráficas fariam uma carreira na arquitetura relativamente fácil para mim.	**Espacial**
31. Na escola, eu não tenho problemas com geometria.	**Espacial**
14. Posso facilmente imaginar e girar mentalmente figuras geométricas tridimensionais.	**Espacial**
32. Sou bom em jogos espaciais, envolvendo a construção de blocos e papel (por exemplo, Lego, Tetris, Origami).	**Espacial**
30. Posso facilmente esboçar um projeto para uma construção que eu estou familiarizado.	**Espacial**
1. Sou muito bom como estudante na geometria de três dimensões.	**Espacial**
3. Se me pedirem para escolher entre as profissões de engenharia e de artes visuais, preferiria engenharia.	**Espacial**
5. A arquitetura me interessa mais do que a pintura.	**Espacial**
38. Minhas imagens são mais esquemáticas do que coloridas e pictóricas.	**Espacial**
17. Quando penso sobre um conceito abstrato (ou na construção de um conceito), imagino uma construção esquemática abstrata, na minha mente ou no seu projeto, melhor do que uma construção concreta específica.	**Espacial**
4. Minhas habilidades verbais fariam uma carreira na linguagem artística relativamente fácil para mim.	**Verbal**
16. Minhas habilidades verbais são excelentes.	**Verbal**
28. Quando eu me lembro de uma cena, eu uso melhor as descrições verbais do que as imagens mentais.	**Verbal**
36. Prefiro ter uma descrição verbal de um objeto ou pessoa, do que uma gravura.	**Verbal**
37. Estou sempre ciente da estrutura das frases.	**Verbal**
2. Tenho dificuldade em me expressar na escrita.	**Verbal**
9. Escrever um texto é difícil para mim e eu não aprecio fazer isso de maneira alguma.	**Verbal**
11. Quando explico alguma coisa, eu prefiro dar explicações verbais a fazer desenhos ou croquis.	**Verbal**
35.A minha fluência é acima da média no uso das palavras.	**Verbal**
39. Eu aprecio ser capaz de reformular os meus pensamentos, de muitas maneiras, por razões variadas tanto na escrita como na fala.	**Verbal**

A revalidação da escala realizada no Brasil apresentou diferenças para algumas variáveis, possivelmente pode ter relações com as diferenças entre as populações. No estudo realizado no Brasil, os alunos diferiram na escolaridade: 1º, 2º e 3º do ensino médio, alunos subsequente (ensino médio concluído) e alunos de EJA. Enquanto que no estudo realizado nos

EUA, a população foi mais homogênea com estudantes universitários e alunos de Institutos e isso pode ter interferido em alguns resultados. Com efeito, o desenvolvimento da escala e a seleção dos itens foram efetuados numa população de estudantes universitários norte-americanos, por isso é possível que o comportamento psicométrico dos itens seja algo diferente em populações que se distinguem não só pela sua cultura, como também pela etapa de vida e pelo tipo de relações em que estão envolvidas. Seja como for, estes aspectos não parecem ter afetado excessivamente a validade dos resultados das escalas do QVIOE, os quais revelaram relações teoricamente coerentes entre si e com outras medidas utilizadas neste estudo.

A análise das componentes principais (ACP) foi adequada e indicou a manutenção de 30 itens, apresentados na Tabela 11, dentre os 45 itens iniciais propostos por Blazhenkova e Kozhevnikov (2009) para as três dimensões de estilo cognitivo.

Quanto à confiabilidade das subescalas que foram reduzidas pelo método ACP não foi possível, entretanto, uma subescala verbal com uma confiabilidade satisfatória. Pelo método SSA foi possível revalidar a escala mais próxima à versão original quanto ao número de itens e também com a confiabilidade apropriada dentro do mínimo recomendado para as Ciências sociais e Humanas. Isso foi possível porque o método multivariado SSA possibilitou um aprofundamento da investigação sobre as relações entre estilos cognitivos em três dimensões e a resolução de problemas matemáticos. É uma análise mais sofisticada, permitindo a exploração de aspectos que seriam difíceis de serem investigados até poucos anos atrás pelos métodos clássicos. Quando os resultados são comparados após serem submetidos a análise da ACP e do SSA, observa-se que o SSA é menos restritivo do que a ACP. Na análise pelo método SSA não foi necessário que os dados apresentassem características métricas e, também, os coeficientes de associação analisados pela SSA não necessitaram ser lineares. O procedimento de análise da SSA sugere três facetas que se referem à estrutura subjacente aos dados, ou seja, às três dimensões dos estilos cognitivos. Busca-se verificar como as variáveis independentes estão relacionadas com essa estrutura e para isso a análise dos pontos, representando as variáveis, são projetados num espaço. Nesta análise, as variáveis que mais se correlacionam ficam mais próximas e as que menos se correlacionam ficam mais distantes, desenhando assim regiões no plano que representam as correlações entre itens.

A análise do instrumento QVIOE pelo SSA apresenta um resultado mais coerente com os estudos das autoras Blazhenkova e Kozhevnikov (2009) que desenvolveram o instrumento e adotaram para Análise das Componentes Principais para validar a escala QVIOE. O estudo

realizado nos EUA se apresenta positivo à validade de 38 itens da escala: 12 para subescala verbal, 12 para a subescala imagem espacial e 14 para a subescala imagem objeto. No presente estudo, realizado no Brasil, a ACP realizada se apresenta positiva à validade de 30 itens da escala: 12 para subescala verbal, 10 para a subescala imagem espacial e 8 para a subescala imagem objeto. E, pela análise do SSA, apresenta- se positiva à validade de 33 itens da escala: 11 para subescala verbal, 11 para a subescala imagem espacial e 11 para a subescala imagem objeto.

Os resultados indicam três dimensões bem definidas em áreas no gráfico do escalonamento multidimensional. Esse resultado pode ser tido como inteiramente esperado, uma vez que a proposta das autoras foi desenvolver um instrumento segundo o modelo tridimensional e para o estilo cognitivo verbal-imagético adota a distinção entre o processamento da *imagem objeto* e a *imagem espacial*. As autores (Kozhevnikov, et al 2008, 2005; 2006; 2009, 1999) admitiram que o estilo cognitivo pode ser avaliada tridimensionalmente: a dimensão verbal para os tipos de participantes com preferências verbais e as outras as duas dimensões para avaliar os participantes com preferências distintas ao lidarem com as imagens.

Após essa análise, resultaram 33 itens que foram submetidos a uma análise de confiabilidade. As subescalas imagem objeto, imagem espacial e verbal com alfas de Cronbach padronizados iguais a 0,77; 0,74 e 0,64, respectivamente, apresentaram uma confiabilidade considerada apropriada e dentro do mínimo recomendado para as ciências sociais acima de 0,6.

Considerando a identificação de um mesmo tipo de faceta em dois escalogramas obtidos, tem-se um corpo de evidências robusto a favor da existência do estilo cognitivo estatisticamente distinguível em três dimensões. Com base nas análises anteriores, pode-se concluir que a versão para a língua Portuguesa do QVIOE apresentada neste estudo é capaz de fornecer dados rigorosos e válidos em relação aos estilos cognitivos em três dimensões.

3.2. A identificação dos estilos cognitivos pelo critério de análise das médias.

Após a revalidação da escala QVIOE no Brasil com 33 itens, originalmente com 45 itens, a escala foi adotada como instrumento para avaliar e identificar os estilos cognitivos dos estudantes. A identificação dos estilos cognitivos foi a partir de uma comparação da pontuação dos estudantes na escala Likert com a média da subescala. A subescala imagem

objeto apresentou média M= 3,543 e desvio padrão DP =0,607; a subescala imagem espacial apresentou média M= 2,898 e desvio padrão DP =0,596 e a subescala verbal apresentou média M= 3,215 e desvio padrão DP =0,535.

Pelo critério adotado, a pontuação dos estudantes para cada uma das três subescalas foi considerada alta, média e baixa. Será alta, se o escore do estudantes for acima da média da escala, mais um desvio padrão; será baixa, se o escore do estudante na subescala for abaixo da média, menos um desvio padrão e será média, se o escore do estudante na subescala estiver no intevalo de ± 1 desvio padrão. Os cálculos dos valores para comparação com os escores dos estudantes estão resumidos nas Tabelas 22, 23 e 24 dadas a seguir.

Tabela 27. *Cálculos dos valores para comparação com os escores dos estudantes.*

Subescalas	Média mais um desvio padrão	Pontuação alta
Imagem objeto	3,543+0,607=4,15	Superior a 4,15
Imagem espacial	2,898+0,596=3,494	Superior a 3,494
Verbal	3,215+0,535=3,75	Superior a 3,75

Na Tabela 27, apresenta-se um resumo do cálculo do valor de corte estabelecido para considerar o participante com pontuação alta para cada uma das três subescalas. Participantes com escore superior a um desvio padrão em relação à média da escala foram considerados com pontuação alta para o estilo cognitivo.

Tabela 28. *Cálculos dos valores para comparação com os escores dos estudantes.*

Subescalas	Média menos um desvio padrão	Pontuação baixa
Imagem objeto	3,543-0,607=2,936	Inferior a 2,936
Imagem espacial	2,898-0,596=2,302	Inferior a 2,302
Verbal	3,215-0,535=2,680	Inferior a 2,680

Na Tabela 28, apresenta-se um resumo do cálculo do valor de corte estabelecido para considerar o participante com pontuação baixa para cada uma das três subescalas. Participantes com escore inferior a um desvio padrão em relação à média da escala foram considerados com pontuação baixa para o estilo cognitivo.

Tabela 29. *Cálculo do valor para considerar pontuação média para cada subescala.*

Subescalas do QVIOE	Média ± 1 desvio padrão	Pontuação média
Imagem objeto	3,543-0,607<m<3,543+0,607	2,936<m<4,15
Imagem espacial	2,898-0,596<m<2,898+0,596	2,302<m<3,494
Verbal	3,215-0,535<m<3,215+0,535	2,680<m<3,75

Na Tabela 29, apresenta-se um resumo do cálculo do valor de corte estabelecido para considerar o participante com pontuação média para cada uma das três subescalas. Os participantes com escore no intervalo $\pm$ 1, desvio padrão em relação à média da escala, foram considerados com pontuação próximo à média para o estilo cognitivo.

Esse critério adotado não exclui a possibilidade de o participante chegar a uma pontuação alta nas três escalas. Também, pode acontecer de o participante ter pontuação alta em apenas duas das subescalas e pode acontecer de o participante não pontuar alto em nenhuma das três subescalas. As possibilidades de pontuação nas três subescalas podem ser assim resumidas no diagrama de árvore de possibilidades:

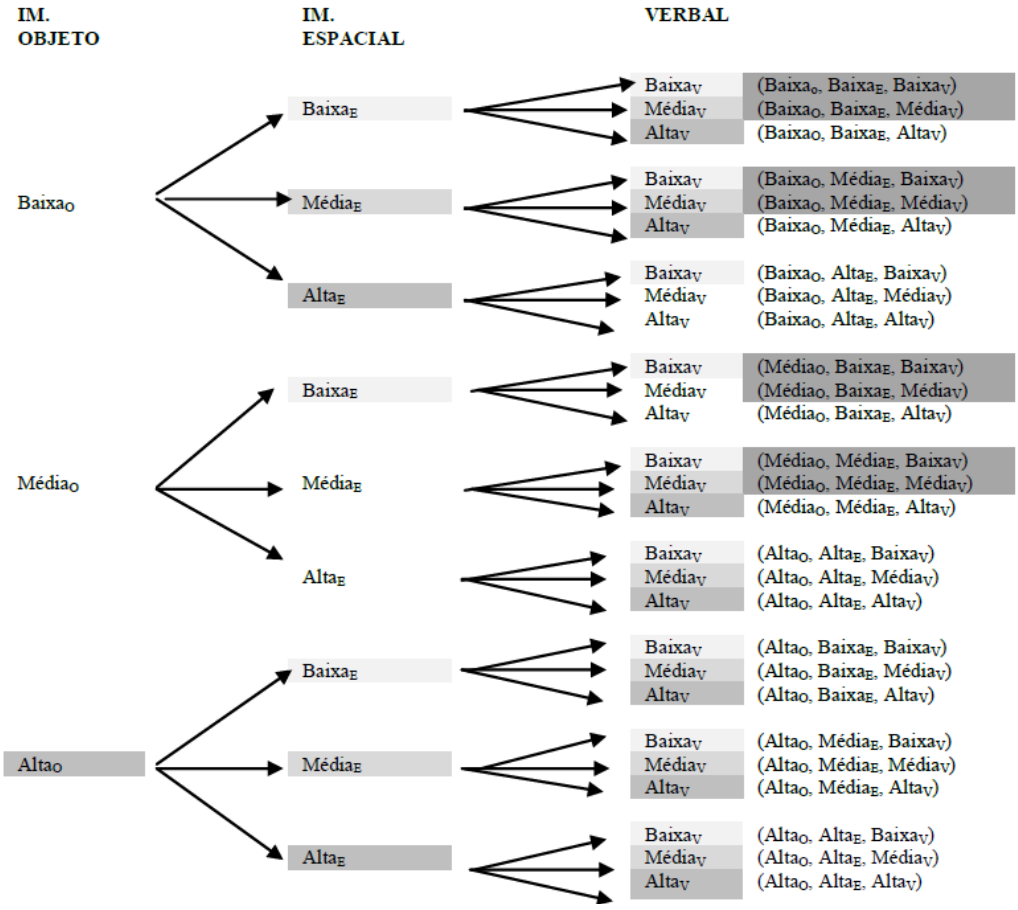


Figura 22: Diagrama de árvore de possibilidades com as pontuações para as três subescalas.

Observa-se no diagrama de árvore de possibilidades que seis ternas representam os participantes que não atingiram média alta em nenhuma das três subescalas e, portanto, não foi possível a identificação do estilo. Pelo critério de classificação só foram identificados participantes com pontuação alta em pelo menos uma das três subescalas. Portanto, para 258

participantes não foi possível a identificação do estilo cognitivo representado por uma das oito possibilidades de ternas: ($Baixa_o$, $Baixa_E$, $Baixa_V$), pontuação baixa nas três subescalas; ($Baixa_o$, $Baixa_E$, $Média_V$) pontuação baixa na subescala imagem objeto, baixa na subescala imagem espacial e média na verbal; ($Baixa_O$, $Média_E$, $Baixa_{V)}$ baixa nas subescalas verbal, imagem objeto e média na imagem espacial; ($Baixa_O$, $Média_E$, $Média_V$) pontuação média nas subescalas imagem e espacial e verbal e baixa na subescala imagem objeto; ($Média_O$, $Baixa_E$, $Baixa_V$) pontuação média na subescala objeto e baixa nas subescala imagem espacial e verbal; ($Média_O$, $Baixa_E$, $Média_V$) pontuação média na subescala imagem objeto e verbal e baixa para subescala imagem espacial e, também, as ternas ($Média_O$, $Média_E$, $Baixa_V$) média para a subescala imagem objeto e imagem espacial e baixa para a verbal e a terna ($Média_O$, $Média_E$, $Média_V$) com pontuação média para as três subescalas.

Os estudantes com estilos híbridos[18] apresentaram pontuação alta em duas subescalas e, também, em três subescalas. Três estudantes com escore alto na imagem objeto e imagem espacial: E17-1A; E71-1B e E731 EJAIN; treze estudantes com escore alto na imagem objeto e verbal: E101-1C; E110-1C; E114-1C; E132-1D; E155-1D; E218-2A; E276-2C; E289-2C; E325-3A; E338-3A; E370-3B; E482 2A AGRI e E717 FIV EJAIN e seis estudantes com escores alto na imagem espacial e verbal: E66-1B, 67 E89 1C;119 E154 1D; E274-2C , E415-3C e E701 FIII EJAIN. Cinco participantes pontuaram alto nas três escalas: E73-1B; E200-2A; E233 2A; E436-1AAGRI e E455 1A AGRI.

Os estudantes com estilos exclusivos[19] apresentam pontuação alta em apenas uma das subescalas. Na subescala verbal, são 34 participantes; na subescala imagem objeto, 49 participantes e 35 participantes na subescala imagem espacial.

Após estabelecido os critérios para identificação dos estilos cognitivos inicia-se agora uma série de análise dos relacionamentos das variáveis.

[18] Híbrido do grego hybris, cuja etimologia remete a ultraje, correspondendo a uma miscigenação ou mistura que violava as leis naturais. Para os gregos o termo correspondia à desmedida, ao ultrapassar das fronteiras, ato que exigia imediata punição. Híbrido é também o que participa de dois ou mais conjuntos, gêneros ou estilos. Considera-se híbrida a composição de dois elementos diversos anomalamente reunidos para originar um terceiro elemento que pode ter as características dos dois primeiros reforçadas ou reduzidas. Recuperado em 01 de dezembro de 2013 de, http://www.dicionarioinformal.com.br/significado/h%C3%ADbrido/507/.

[19] Exclusivo que apresentou escore alto em apenas uma das subescalas.

3.3. **Análise das interações entre as variáveis sociais e o estilo cognitivo (exclusivos e híbridos).**

Após a identificação dos estilos cognitivos, buscou-se encontrar diferenças entre grupos em relação às diversas variáveis sociais como: a idade, a escolaridade e o sexo.

Para a variável idade as diferenças encontrada nos grupos com as interação com o estilo cognitivo não foram significativas tanto para os grupos com estilo cognitivo exclusivo como para os estilos híbridos respectivamente com valores do (qui quadrado) χ^2 = 13,964, o grau de liberdade é igual a 18 e a probabilidade associada é p=0,731>0,05.

O maior número de participantes apresentou idade entre 13 e 20 anos. Nesse grupo o estilo imagem objeto apresentou percentual correspondente 26,3% dos participantes, com percentuais bem próximos vem o estilo imagem espacial com 23,7% dos participantes e o estilo verbal correspondendo a 22%.

Tabela 30. *Interações entre estilos e faixa etária.*

Estilo e Faixa Etária	13-20	21-30	31-40	Acima de 40
Verbal	26	3	1	0
%	22,0	42,9	25,0	,0
Objeto	**31**	0	2	1
%	**26,3**	,0	50,0	100,0%
Espacial	28	1	0	0
%	23,7	14,3	,0%	,0%
Verbal/Objeto	11	0	1	0
%	9,3	,0%	25,0	,0
Verbal/Espacial	5	1	0	0
%	4,2	14,3	,0	,0
Espacial/Objeto	13	2	0	0
%	11,0	28,6	,0	,0
Verbal/Espacial/Objeto	4	0	0	0
%	3,4	,0	,0	,0

Para a variável escolaridade as diferenças encontrada nos grupos de interações com o estilo cognitivo não foram significativas tanto para os grupos com estilo cognitivo exclusivo como para os estilos híbridos respectivamente com valores do (qui quadrado) χ^2 = 36,068, o grau de liberdade é igual a 42 e a probabilidade associada é p=0,728>0,05.

Tabela 31. *Interações entre estilos e escolarização*

	1 ano Agro Pec.	**2 ano agro Pec.**	**3 ano Agro Pec.**	**1 ano Agro Ind.**	**2 ano Agro Ind.**	**CTA Subseq.**	**CTZ Subseq.**	**Proc. de alimentos**	**total**
Verbal	11	5	7	**4**	1	1	**3**	0	32
%	21,6	20,0	23,3	**36,4**	20,0	33,3	**75,0**	,0	23,7
Objeto	**13**	**6**	**9**	3	0	**2**	0	4	37
%	**25,5**	**24,0**	**30,0**	27,3	,0	**66,7**	,0	66,7	27,4
Espacial	10	**6**	6	2	2	0	1	2	29
%	19,6	**24,0**	20,0	18,2	40,0	,0	25,0	33,3	21,5
Verbal/ Objeto	5	3	3	0	1	0	0	0	12
%	9,8	12,0	10,0	,0	20,0	,0	,0	,0	8,9
Verbal/ Espacial	3	1	2	0	0	0	0	0	6
%	5,9	4,0	6,7	,0	,0	,0	,0	,0	4,4
Espacial/ Objeto	8	2	3	0	1	0	0	0	14
%	15,7	8,0	10,0	,0	20,0	,0	,0	0	10,4
Verbal/ Espacial/ Objeto	1	2	0	2	0	0	0	0	5
%	2,0	8,0	,0	18,2	,0	,0	,0	,0	3,7
Total	51	25	30	11	5	3	4	6	135
%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Nota: o percentual foi calculado em relação ao total de estudantes, em cada série, que foram identificados os estilos cognitivos.

Apresenta-se na Tabela 31 as interações entre o estilo cognitivo e a escolaridade dos estudantes. Os grupos em que foi possível identificar mais estudantes com escore alto para estilo cognitivo foram os dos estudantes do primeiro ano do curso de agropecuária. Nessa série identificou-se o estilo cognitivo imagem objeto em 25,5% dos estudantes. E, em seguida, os grupos de estudantes dos terceiros anos em que foi identificado o estilo imagem objeto em 30% dos estudantes.

Para a variável gênero as diferenças encontrada nos grupos de interações com o estilo cognitivo foram significativas tanto para os grupos com estilo cognitivo exclusivo como para os estilos híbridos como são apresentados a seguir.

Tabela 32: *Interações entre a variável do sexo e a variável para o escore alto para estilo.*

Estilo cognitivo exclusivo				**Estilo cognitivo híbrido**				
	Verbal	**Objeto**	**Espacial**	**Verbal/ Objeto**	**Verbal/ Espacial**	**Espacial /Objeto**	**Verbal/ Espacial /Objeto**	**Total**
Masc.	19	15	25	4	6	15	4	88
Perc.	**55,9%**	38,5%	**78,1%**	30,8%	**85,7%**	**93,8%**	**80,0%**	
Fem.	15	24	7	9	1	1	1	58
Perc.	44,1%	**61,5%**	21,9%	**69,2%**	14,3%	6,3%	20,0%	
Total	34	39	32	13	7	16	5	146
χ^2	10,904	2	***p*=0,012**	χ^2	13,654	4	***p*=0,008**	
V. Cramer	0,164		***p*=0,012**	V. Cramer	,306		***p*=0,008**	
χ^2		27,201			**6**		***p*=0,000**	
Cramer		0,432					***p*=0,000**	

Na Tabela 32, apresentam-se 14 grupos em que a associação entre sexo e os estilos cognitivos escore alto foram analisados. Os seis primeiros grupos são de estudantes que foram identificados, exclusivamente, com escore alto em uma das três subescalas. O grupo com pontuação alta para a escala verbal e com participantes do sexo masculino representam 55,9% e com participantes do sexo feminino representam 44,1%. O grupo com pontuação alta para a escala estilo imagem objeto e com participantes do sexo masculino representam 38,5% e com sexo feminino representam 61,5%. O grupo com pontuação alta para a escala estilo imagem espacial com participantes do sexo masculino representam 78,1% e com sexo feminino representam e 21,9% sexo feminino.

Os quatro grupos seguintes com estilos cognitivos híbridos. O grupo com pontuação alta para a subescala estilo verbal e estilo imagem objeto e com participantes do sexo masculino representam 30,8% e, com participantes do sexo feminino, 69,2%. O grupo com pontuação alta para as escalas estilo verbal e estilo imagem espacial e com participantes do sexo masculino representam 87,7% e, com participantes do sexo feminino, 14,3%. E, o grupo com pontuação alta na subescala estilo imagem objeto e estilo imagem espacial e com participantes do sexo masculino representam 93,8% dos participantes e, do sexo feminino, representam 6,3 %.

Na última coluna, estão os grupos de estudantes com estilo, também, híbridos atingindo escore alto nas três subescalas: imagem objeto, imagem espacial e verbal. O grupo identificado com estilo imagem objeto, imagem espacial e verbal e com participantes do sexo masculino representam 80,0% dos participantes e, do sexo feminino, representam 20,0 %.

Outros tipos de interações foram analisadas e dessa vez foram feitas comparações entre escores alto e baixo no estilo cognitivo e excluíram-se apenas os participantes com pontuação média na escala QVIOE. Decidiu-se buscar verificar como se comportariam os participantes dos grupos, envolvendo os participantes que pontuaram alto na escala QVIOE (acima 1 desvio padrão) e os grupos que pontuaram baixo na escala QVIOE (abaixo 1 desvio padrão).

As diferenças encontradas no grupo de interação entre sexo e estilo cognitivo foram significativas tanto para os grupos com estilo cognitivo exclusivo como para os estilos híbridos respectivamente com valores do χ^2 = 10,904, o grau de liberdade é igual a 2 e a probabilidade associada é p=0,0012<0,05 e χ^2 = 13,654, o grau de liberdade é igual a 4 e a probabilidade associada é p=0,0008<0,05.

O grupo com pontuação alta para a escala verbal e com participantes do sexo masculino representam 55,9% e com participantes do sexo feminino representam 44,1%. O grupo com pontuação alta para a escala imagem objeto e com participantes do sexo masculino representam 40,0% e com sexo feminino representam 60,0%. O grupo com pontuação alta para a escala imagem espacial, com participantes do sexo masculino, representam 78,1% e, com sexo feminino, representam 21,9%. Nos grupos do estilo verbal e estilo imagem espacial prevalecem uma porcentagem maior de participantes do sexo masculino e nos grupos do estilo imagem objeto prevalece uma porcentagem maior de participantes do sexo feminino. O teste V de Cramer obtido foi 0,164 aproximadamente 6,0% das variações das frequências do gênero podem ser explicadas pela variação do uso do registro analógico.

A seguir, apresenta-se o gráfico para melhor comparação entre os estilos dos participantes. É possível perceber que, no estilo cognitivo verbal e na imagem espacial, o percentual de participantes do sexo masculino foi maior do que o sexo feminino e, ao contrário, no estilo imagem objeto, o percentual de participantes foi maior do que sexo masculino.

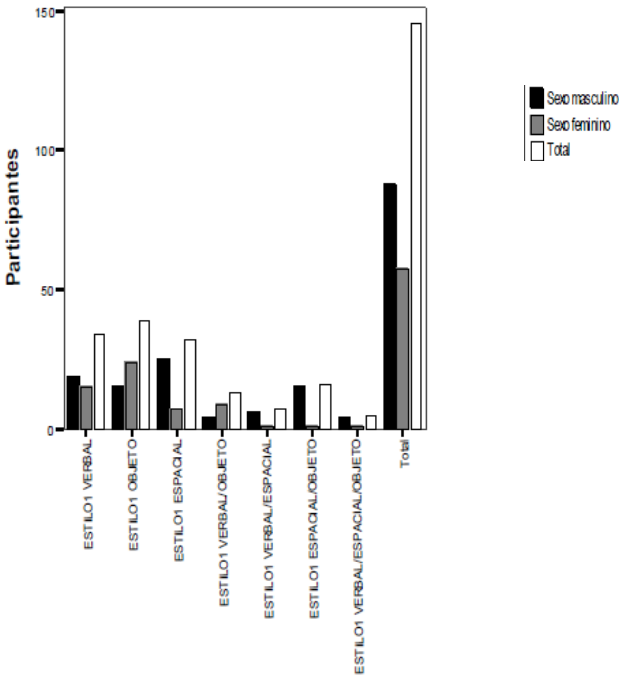


Figura 23. Gráfico das interações entre gênero e escore alto para cada subescala.

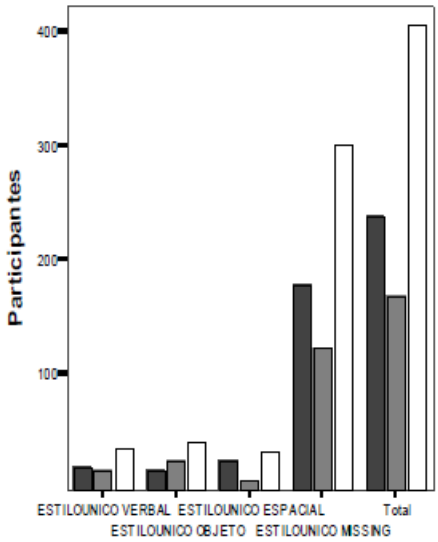


Figura 24. Gráfico interações entre gênero e escore alto para cada subescala (exclusivos).

A seguir na Tabela 33, apresenta-se a associação entre o sexo e os estilos cognitivos de alunos considerados acima da média, um desvio padrão e, também, abaixo da média em até um desvio padrão, em três tipos de estilos cognitivos exclusivos. Assim, as relações entre gênero e estilo cognitivo estão representadas na tabela a seguir:

Tabela 33: *Interações entre as variáveis sexo e estilo cognitivo exclusivo imagem objeto.*

	Objeto			**Espacial**			**Verbal**		
	Alto		**Baixo**	**Alto**		**Baixo**	**Alto**		**Baixo**
Masc.	**38**		43	49		20	**31**		35
Perc.	**52,1%**		65,2%	**83,1%**		32,8%	**54,4%**		55,6%
Fem.	35		23	10		**41**	26		28
Perc.	47,9%		34,8%	16,9%		**67,2%**	45,6%		44,4%
χ^2	2,445	g.l. 1	*p*=0,118	31,007	g.l. 1	***p*=0,000**	0,017	g.l. 1	*p*=0,898
V de Cramer	0,133		*p*=0,118	0,508		***p*=0,000**	0,012		*p*=0,898

As associação entre o sexo e os estilos cognitivos dos estudantes considerados acima da média, um desvio padrão e, também, associações entre os participantes que pontuaram abaixo de um desvio padrão. As associações foram analisadas em 14 grupos.

Os grupos de participantes com escore alto para estilo imagem objeto e do sexo masculino representam 52,1% da amostra e com os participantes do sexo feminino

representam 47,9%. A pontuação baixa para estilo imagem objeto dos participantes do sexo masculino representam 65,2% da amostra e com os participantes do sexo feminino representam 34,8%. Para o valor do χ^2 = 2,445, o grau de liberdade é igual a 1 e a probabilidade associada é ***p* = 0,118>0,05.** Então, a hipótese nula (H_o) foi aceita, não havendo diferença significativa entre os grupos de alunos estudados na relação gênero e estilo cognitivo.

Os grupos de participantes com escore alto para estilo imagem espacial e com participantes do sexo masculino representam 83,1% da amostra e com os participantes do sexo feminino representam 16,9%. A pontuação baixa para estilo imagem espacial dos participantes do sexo masculino representam 32,8% da amostra e com os participantes do sexo feminino representam 67,2%. O valor do χ^2 = 31,007. O grau de liberdade é igual a 1 e a probabilidade associada é $p = 0{,}000<0{,}05$.

Os grupos com pontuação alta para estilo verbal e com participantes do sexo masculino representam 54,4% da amostra e, com os participantes do sexo feminino, representam 45,6%. A pontuação baixa para estilo verbal dos participantes do sexo masculino representam 55,6% da amostra e com os participantes do sexo feminino representam 44,4%. Para o valor do χ^2 = 0,017, o grau de liberdade é igual a 1 e a probabilidade associada é ***p* = 0,898>0,05.**

Os resultados sugerem que não existe relacionamento entre a variação do sexo e a do estilo cognitivo alto e baixo dos alunos para a subescala verbal. E, também, não existe relacionamento entre a variação do sexo e a variação do estilo cognitivo alto e baixo dos alunos para a subescala imagem objeto. Entretanto, existe um relacionamento entre a variação do sexo e o estilo cognitivo alto e baixo dos alunos para a subescala imagem espacial.

As diferenças encontrada no grupos de interação entre sexo e o estilo cognitivo foram significativas tanto para os grupos com estilo cognitivo exclusivos. Diferentemente, os estudos que avaliaram o estilo cognitivo, unidimensionalmente, não têm encontrado diferenças para o gênero com relação ao estilo cognitivo (por ex. Riding et al, 1995). Diferenças pequenas e não significativas (p>0,05) são encontradas para a dimensão verbal imagética. Na literatura, estudos têm apresentado que existe vantagem masculina para teste com em imagens espaciais e existem diferenças na habilidade espacial, com diferenças da média em até um desvio padrão, para teste com rotação mental (Linn & Petersen, 1985; Voyer e Bryden, 1995). A vantagem masculina em relação às habilidades espaciais pode desaparecer após treinamento (Kosslyn, 2003, Anderson, 2008). Casey *et al* (1995) mostraram forte

relação entre habilidades espaciais e tarefas matemáticas realizadas por meninos e meninas e Anderson (2008) examina a interação entre sexo e habilidade espacial e observaram que as meninos foram, significativamente melhores em tarefas para avaliara as habilidades espaciais do que as meninas. Enfim, na revisão da literatura poucos estudos apresentaram diferenças significativas em relação a gênero e estilos cognitivos. Os resultados observados no presente estudo vai de encontro com o que alguns estudos apresentaram, possivelmente já é um resultado devido a mudança nas concepções das análises das dimensões unidimensionais, para tridimensionais.

A análise que se inicia a seguir focalizará os resultados obtidos com a aplicação do *Instrumento de Processamento Matemático* para avaliar os tipos de registro de representação e os sistemas de visualizações.

3.4. O Instrumento de Processamento Matemático - IPM e as variáveis: registro de representação discursivo, sistema de visualização e desempenho.

O instrumento desenvolvido para avaliar a resolução de problemas quanto aos modos preferidos de registro de representação é também usado para avaliar o desempenho e as estratégias adotadas pelos participantes ao resolveram problemas matemáticos, envolvendo conceitos aritméticos, algébricos e/ou geométricos.

3.4.1. A resolução dos problemas do IPM e as categorias de análises.

As maiores dificuldades, comumente observadas, apresentadas pelos alunos está na resolução dos problemas verbais. A escolha do IPM foi devido à qualidade dos problemas que, com seus enunciados simples, são causadores de grandes desafios à imaginação daqueles que o abordam. O IPM apresenta uma variedade de problemas prototípicos escolares, sendo que cada uma dessas situações, muitas vezes, apresenta a falsa impressão de não poder ser inserida em nenhuma teoria geral. Existem princípios gerais e técnicas para resolver esses tipos de problema e que não se restringem ao uso das normas da Matemática tidas como "oficial". Segundo Duval (1999, 2003), as transformações de representações semióticas envolvidas na resolução de problemas envolvem conversões que são transformações que envolvem mudanças de registros. A resolução de problemas é concebida pelo autor como processamento matemático composto por transformações com mudança de registro e

possibilidades semióticas para gerar uma nova representação, ou seja, a representação de um mesmo objeto é traduzida para outro tipo de registro de transformações que envolvem *conversões*. Explica que as conversões estão presentes quando são propostas problemas verbais para os alunos resolverem e esses usam transformações com mudança de registros e de representações semióticas.

As respostas dos participantes foram categorizadas com base na teoria dos Registros de Representação Semiótica, de Raymond Duval, sobre os diversos registros de representação discursivo (não-analógico) e sistemas de visualização (analógico). A partir da análise dos registros de representação utilizados pelos alunos, elaborou-se um sistema de categorias para possibilitar a compreensão das relações semióticas para a resolução de problemas. O que se busca nesta análise é comparar as interações entre as variáveis desempenhos, os registros de representação analógico e o não analógico.

O IPM é formado por 15 problemas prototípicos escolares apresentados sob a forma verbal. O grau de dificuldade apresentados pelos estudantes aos problemas pode ser observado pelo desempenho que apresentaram. Em três problemas, itens 5, 7 e 8, os estudantes apresentaram o número de abordagens adequadas acima de 70%, vide na Tabela 27, em função disso esses problemas foram considerados mais *fáceis* para os estudantes. Entretanto, em quatro problemas, itens 1, 10, 12 e 14, os estudantes apresentaram o número de abordagens adequadas abaixo de 20%, vide na Tabela 27, em função disso esses problemas foram considerados *mais difíceis* para os estudantes. As resoluções dos participantes aos problemas foram avaliadas a partir de três dimensões independentes, consideradas a partir da classificação *cognitiva das representações conscientes* de Duval (1999): a analógica, a não analógica e o desempenho. As respostas dos participantes foram mensuradas a partir de três escalas. A primeira escala denominada de analógica foi usada para avaliar e classificar os registros de representação visuais dos participantes adotando-se o código 1, que identifica o não uso da representação analógica; o código 2, que identifica a representação visual icônica (visualizações que denotam semelhança entre a representação adotada e o que foi representado) e o código 3, que identifica a representação visual simbólica (visualizações que denotam não semelhança entre a representação adotada e o que foi representado). A segunda, escala foi denominada de não analógica usada para avaliar e classificar os registros de representação discursivos dos participantes: 2, não foi possível categorizar; 2, discursivo-verbal, 3 discursivo- aritmética e 4 discursivo-algébrica. E a terceira escala denominada de

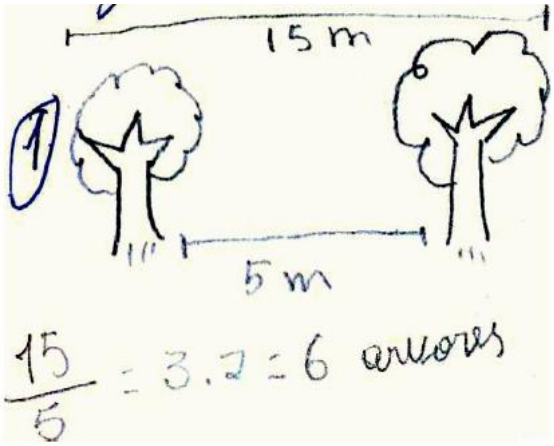
desempenho foi usada para avaliar e classificar as respostas dos participantes tendo em vista a Matemática tida como "oficial": O código 1, categoria resposta inadequada (erro) e **o código 2**, categoria resposta adequada (acerto). As respostas em branco não foram codificadas como respostas inadequadas foram excluídas do total de participantes.

Apresentam-se a seguir exemplos de abordagens dos alunos resultantes de coversões aos problemas do IPM e, também, as respectivas pontuações de acordo com a escala para cada um dos problemas do IPM.

3.4.2. Exemplos dos registros de representações e sistemas de visualizações dos problemas do IPM.

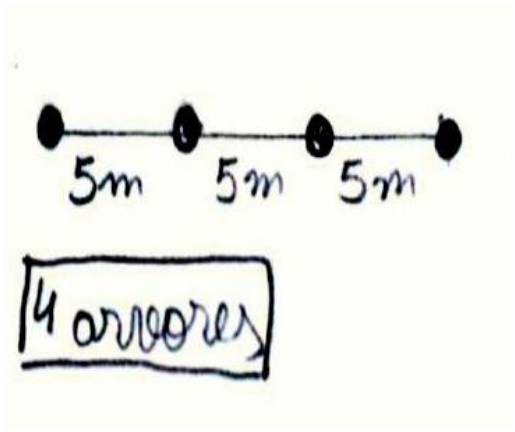
> **Problema 1 (árvores):**
> Nas duas extremidades de um caminho estreito, um homem plantou uma árvore e, em seguida, plantou outras árvores, uma a cada 5 m ao longo desse caminho. O comprimento total do caminho mede 15 metros. Quantas árvores foram plantadas?

Dos 406 participantes, nove não responderam (missing value) e foram excluídas do percentual das análises, restando 397 abordagens válidas que foram analisadas. Das abordagens válidas, 331 estudantes representaram 83,4% de abordagens inadequadas e o restante 66 estudantes, representam 16,6% de abordagens adequadas. Trata-se de um problema que a princípio não apresentaria dificuldades aos estudantes, entretanto, o desempenho dos alunos apresentou muitas abordagens inadequadas. Não usaram representação analógica 67,5% dos estudantes e, entre os estudantes que usaram representação analógica, 17,1% foi do tipo visual icônica e 15,4% foi do tipo visual simbólica. A seguir, apresentam-se exemplos de abordagens dos estudantes e as respectivas codificações nas três escalas:



	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	2	3	1

Figura 25. Reprodução do protocolo do estudante 248 B, relativo ao problema 1



	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	3	2	2

Figura 26. Reprodução do protocolo do estudante 90 C, relativo ao problema 1

Nos dois exemplos de abordagens os estudantes usaram representações analógicas. Na Figura 25, a conversão realizada pelo estudante 248B ao problema 1 apresenta sistema visualização analógico icônico, sendo atribuídos 2 pontos na escala 1. A representação analógica apresentada pelo aluno tenta retratar com detalhes e semelhança o contexto da situação quotidiana a ser matematizada. As representações dos objetos do cotidiano foram classificadas como *visual icônica*, pois entendeu-se o estudante necessite de representações que se tornem bem próximas dos elementos do cotidianos envolvido no contexto narrado pelo problema. Na escala 2, a avaliação do registro de representação discursivo (verbal) foi classificada como do tipo aritmética, pois observa-se apenas operações matemáticas, sendo, portanto, atribuídos 2 pontos. E para a escala 3 o estudante apresentou desempenho inadequado sendo atribuído 2 pontos

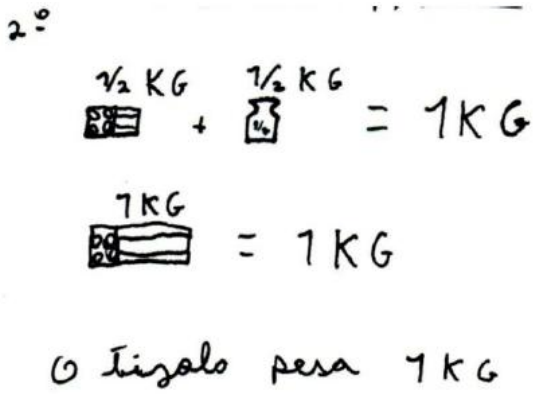
Na Figura 26, a conversão realizada pelo estudante 90C ao problema 1 apresenta sistema visualização analógico, sendo identificado como visual simbólica e foi atribuído 3 pontos na escala 1. O estudante também apresenta a conversão do problema matemático, adotando representação analógica identificada como *visual simbólico*. A característica dessa representação analógica deve-se a simplificação dos detalhes do contexto, a árvore foi representada por pontos e a rua representada por uma linha. O sistema de visualização adotado não resgata a situação quotidiana do objeto. Na escala 2, a avaliação do registro de representação discursivo (verbal) foi classificada como aritmético, pois observa-se apenas

operações matemáticas e foram atribuídos 2 pontos. E para a escala 3 o estudante apresentou desempenho inadequado sendo atribuído 2 pontos

Problema 2 (balança):

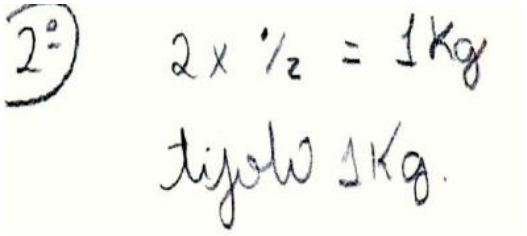
De um lado de uma balança, tem um peso de ½ kg e meio tijolo. No outro lado, tem um tijolo inteiro. A balança está equilibrada. Qual é o peso do tijolo?

Dos 406 participantes, quarenta e oito não responderam (missing value) e foram excluídas do percentual das análises, restando 358 abordagens válidas que foram analisadas. Das abordagens válidas, 111 estudantes representaram 31,0% de abordagens inadequadas e o restante 247 estudantes, representam 69,0% de abordagens adequadas. Dentre as abordagens dos estudantes válidas, 79,9% não usaram representação analógica e, dos que usaram representação analógica, 10,6% foi do tipo visual icônica e 9,5% foi do tipo visual simbólica.



	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	2	3	2

Figura 27. Reprodução do protocolo do estudante 21A relativo ao problema 2.

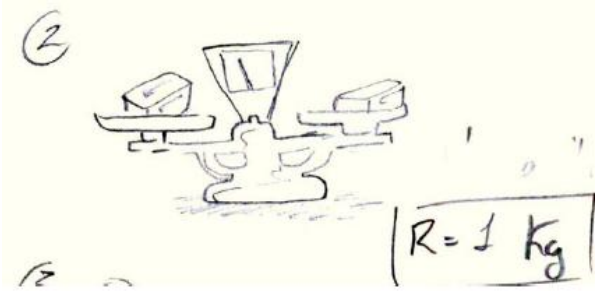


	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	1	3	2

Figura 28. Reprodução do protocolo do estudante 101C relativo ao problema 2.

Nos dois exemplos de abordagens um estudante utiliza representação analógica e o outro estudante não utiliza representação analógica. Na Figura 27, a conversão realizada pelo estudante 21A ao problema 2 apresenta o sistema visualização classificado como visual icônico, e foi atribuído 2 pontos na escala 1. Na escala 2, o registro de representação discursivo (verbal) foi classificado como aritmético e foram atribuídos 3 pontos. Na escala 3, o participante apresenta desempenho adequado e foi atribuído 2 pontos.

Na Figura 28, a conversão realizada pelo estudante 101C não apresenta sistema visualização analógico, sendo atribuído 1 pontos na escala 1. Na escala 2 o registro de representação discursivo (verbal) foi classificado como aritmético e foram atribuídos 3 pontos. Na escala 3, o estudante apresentou desempenho adequado e foi atribuído 2 pontos.



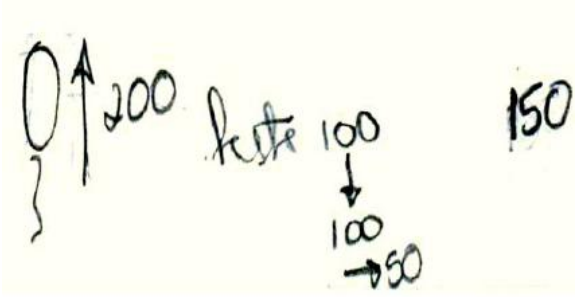
	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	2	2	2

Figura 29 Reprodução do protocolo do estudante 101C relativo ao problema 2.

No exemplo de abordagem o estudante utiliza representação analógica. Na Figura 29, a conversão realizada pelo estudante ao problema 2 apresenta sistema visualização analógico do tipo icônico, sendo atribuído 1 ponto na escala 1. Nesse exemplo o sistema de visualização apresentadas pelo aluno tentam retratar com detalhes e semelhança o contexto da situação quotidiana a ser matematizada na figura: a balança. Na escala 2 o registro de representação discursivo (verbal) apresentando foram atribuídos 2 pontos. Na escala 3, o participante apresenta desempenho adequado sendo atribuído 2 pontos.

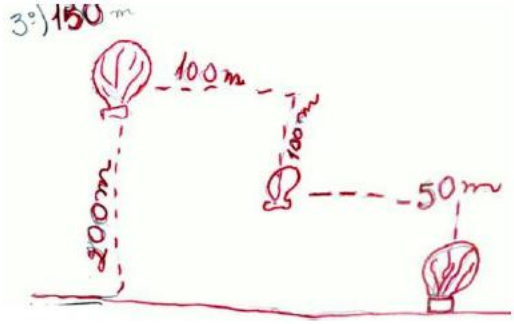
Problema 3 (balão):
Um balão primeiro subiu 200 m acima do chão, então, moveu-se 100 metros em direção a leste e, em seguida, desceu 100 metros. Prosseguiu a viagem 50 m a leste e, finalmente, desceu diretamente para o chão. Qual a distância desse balão para o seu ponto de partida?

Dos 406 participantes, 43 não responderam (missing value) e foram excluídas do percentual das análises, restando 363 abordagens válidas que foram analisadas. Das abordagens válidas, 149 estudantes representaram 41,0% de abordagens inadequadas e o restante 214 estudantes, representam 59,0% de abordagens adequadas. Dessas abordagens válidas, 62,8% não usou representação analógica e dos que usaram representação analógica, 12,7% foi do tipo visual icônica e 24,5% foi do tipo visual simbólica. A seguir, apresentam-se exemplos de abordagens dos estudantes e as respectivas codificações nas três escalas:



	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	2	2	2

Figura 30. Reprodução do protocolo do estudante 160E relativo ao problema 3.

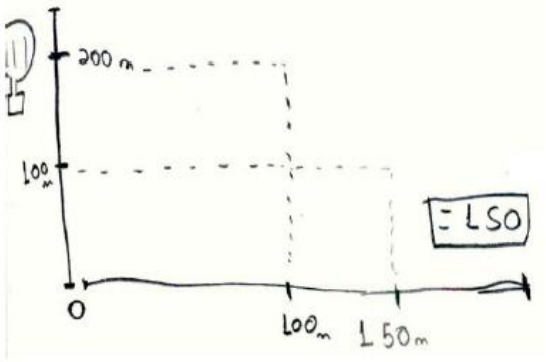


	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	2	2	2

Figura 31. Reprodução do protocolo do estudante 64 B relativo ao problema 3.

Nos dois exemplos de abordagens os estudantes utilizam representações analógicas. Na Figura 30, a conversão realizada pelo estudante 160E ao problema 3 apresenta sistema visualização analógica icônica, sendo atribuídos 2 pontos na escala 1. Na escala 2 , ao registro de representação discursivo (verbal) foram atribuídos 2 pontos na escala 2. Na escala 3, o estudante apresentou desempenho adequado sendo atribuído 2 pontos.

Na Figura 31, a conversão realizada pelo estudante 64B para o mesmo problema apresenta sistema visualização analógica icônica sendo atribuído 2 pontos na escala 1. Na escala 2, ao registro de representação discursivo (verbal) foram atribuídos 2 pontos. E na escala 3, o estudante apresentou desempenho adequado sendo atribuído 2.



	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	3	2	2

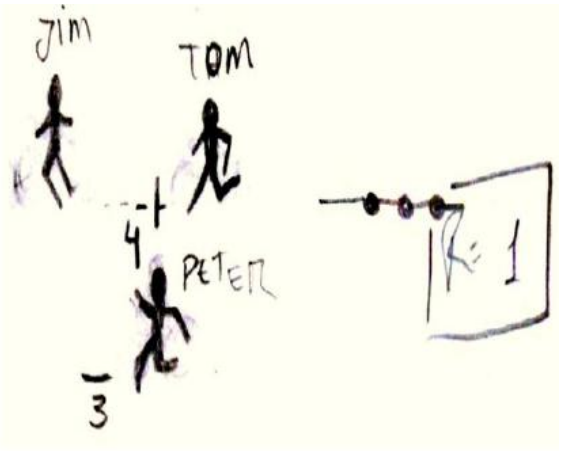
Figura 32. Reprodução do protocolo do estudante 469AI relativo ao problema 3

Na Figura 32, a conversão realizada pelo estudante 469AI apresenta um sistema visualização identificado como visual simbólico. A representação analógica utilizada pelo

estudante é sofisticada, pois se utiliza do plano cartesiano, entretanto, o estudante também utiliza a representação do balão trazendo representações bem próximas dos elementos do cotidianos envolvido no contexto narrado pelo problema. A representação do estudante foi identificada como visual icônica sendo atribuídos 3 pontos na escala 1. Na escala 2, ao registro de representação discursivo (verbal) foram atribuídos 2 pontos. E, na escala 3, o estudante apresenta desempenho adequado sendo atribuído 2 pontos

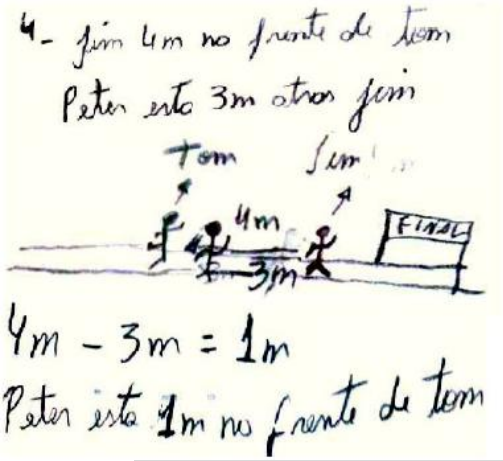
Problema 4 (corrida):
Em uma corrida de atletismo, Jim está 4 m à frente de Tom; e Peter está 3 m atrás de Jim. Qual é a distância que Peter está à frente de Tom?

Dos 406 participantes, 30 não responderam (missing value) e foram excluídas do percentual das análises, restando 376 abordagens válidas que foram analisadas. Das abordagens válidas 85 estudantes, representaram 22,6% de abordagens inadequadas e o restante 291 estudantes, representam 77,4% de abordagens adequadas. Dentre as abordagens válidas, 66,8% não usaram representação analógica e, dos que usaram representação analógica, 10,6% foi do tipo visual icônica e 22,6% foi do tipo visual simbólica. A seguir, apresentam-se exemplos de abordagens dos estudantes e as respectivas codificações nas três escalas:



	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	2	2	2

Figura 33. Reprodução do protocolo do estudante 101 C, relativo ao problema 4.



	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	2	3	2

Figura 34. Reprodução do protocolo do estudante 198 A, relativo ao problema 4

Nos dois exemplos de abordagens os estudantes utilizaram representações analógicas. Na Figura 33, a conversão realizada pelo estudante 101C ao problema 4 apresenta sistema

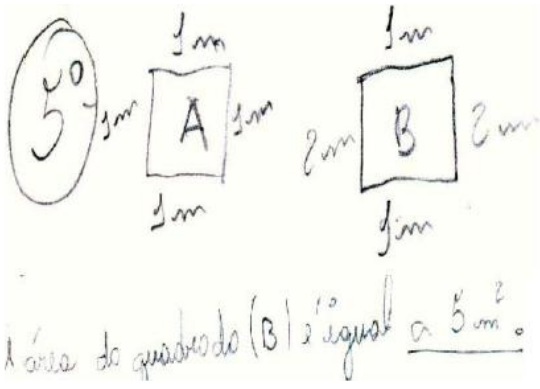
visualização analógico classificado como icônico e foi atribuído 2 pontos na escala 1. Na escala 2, ao registro de representação discursivo (verbal) foram atribuídos 2 pontos. E, na escala 3, o estudante apresentou desempenho adequado e foi atribuído 2 pontos.

Na Figura 34, a conversão realizada pelo estudante 198A para o mesmo problema apresenta sistema visualização analógico classificado como icônica, sendo atribuídos 2 pontos na escala 1. Na escala 2, ao registro de representação discursivo (verbal) foi classificado como aritmético e atribuí-se 3 pontos. Na escala 3, o estudante apresentou desempenho adequado e foi atribuído 2 pontos.

Problema 5 (quadrado):

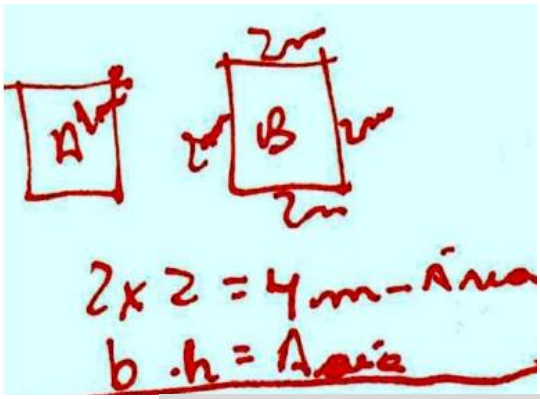
Um quadrado (A) tem uma área de 1 metro quadrado. Outro quadrado (B) tem os lados com o dobro da medida. Qual é a área do quadrado B?

Dos 406 participantes, 35 não responderam (missing value) e foram excluídas do percentual das análises, restando 371 abordagens válidas que foram analisadas. Das abordagens válidas, 249 representaram 67,1% de abordagens inadequadas e o restante 122 estudantes, representam 32,9% de abordagens adequadas. Dentre as abordagens válidas, 56,6% não usaram representação analógica e dos que usaram representação analógica, 0,5% foi do tipo visual icônica e 42,9% foi do tipo visual simbólica. A seguir, apresentam-se exemplos de abordagens dos estudantes e as respectivas codificações nas três escalas:



	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	3	2	1

Figura 35. Reprodução do protocolo do estudante 241B relativo ao problema 5.



	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	3	4	2

Figura 36. Reprodução do protocolo do estudante 306C relativo ao problema 5.

Nos dois exemplos de abordagens os estudantes utilizaram representações analógicas. Na Figura 35, a conversão realizada pelo participante 241B ao problema 5 não está

contextualizado em um situação cotidiana, pois trata-se de um problema tipicamente escolar (prototípico) e não teria com o estudante apresentar uma representação de elementos retratando o cotidiano. Por conta disso optou-se pela classificação do sistema de visualização como simbólico, codificado por 3 na escala 1. Na escala 2, ao registro de representação discursivo (verbal) foi atribuído 2 pontos. Na escala 3, o estudante apresenta desempenho inadequado sendo atribuído 1 ponto.

Na Figura 36, a conversão realizada pelo estudante 306C, para o mesmo problema, apresenta sistema visualização analógica simbólico, sendo atribuídos 3 pontos na escala 1. Ao registro de representação discursivo (verbal) algébrico, foram atribuídos 4 pontos na escala 2. O participante apresenta desempenho adequado, pontuando 2 na escala 3.

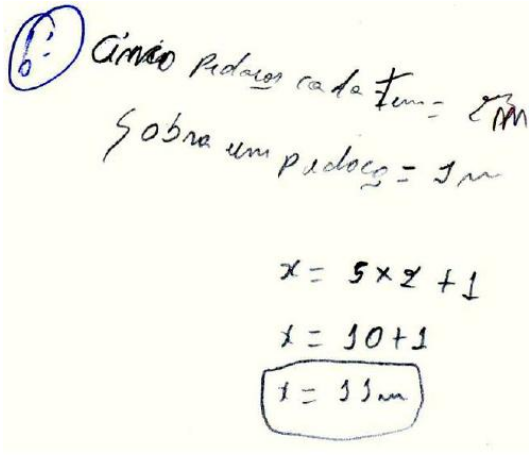
Problema 6 (carpinteiro):

Um homem cortou uma longa vara de madeira em seis pedaços menores, cada pedaço com 2 metros de comprimento. Então, ele descobriu que sobrou um pedaço de 1 m de comprimento. Qual o comprimento total da vara?

Dos 406 participantes, 19 não responderam (missing value) e foram excluídas do percentual das análises, restando 387 abordagens válidas que foram analisadas. Das abordagens válidas, 96 representaram 24,8% de abordagens inadequadas e o restante 291 estudantes, representam 75,2% de abordagens adequadas. Dentre as abordagens válidas, 74,9% não usaram representação analógica e, dos que usaram representação analógica, 1,0% foi do tipo visual icônica e 24,0% foi do tipo visual simbólica. A seguir, apresentam-se exemplos de abordagens dos estudantes e as respectivas codificações nas três escalas:

	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	1	3	2

Figura 37. Reprodução do protocolo do estudante 309 A, relativo ao problema 6

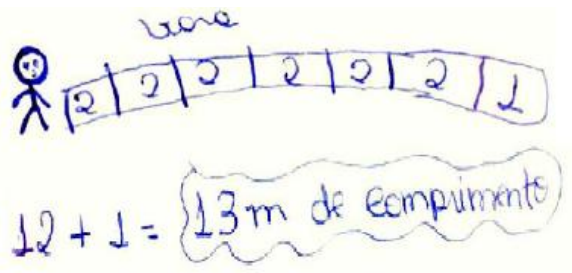


	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	1	4	1

Figura 38. Reprodução do protocolo do estudante 141 D, relativo ao problema 6

Nos dois exemplos de abordagens os estudantes utilizaram representações não analógicas. Na Figura 37, a conversão realizada pelo participante 309A ao problema 6 não apresenta sistema visualização analógica, sendo atribuído 1 ponto na escala 1. Na escala 2, ao registro de representação discursivo (verbal) foram atribuídos 3 pontos. Na escala 3, o estudante apresenta desempenho adequado e foi atribuído 2 pontos.

Na Figura 38, a conversão realizada pelo estudante 141D para o mesmo problema não apresenta sistema visualização analógica, sendo atribuídos 1 pontos na escala 1. Na escala 2, ao registro de representação discursivo (verbal) algébrico foram atribuídos 4 pontos. E, na escala 3, o participante apresenta desempenho inadequado, e sendo atribuído 1 ponto.



	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	2	3	2

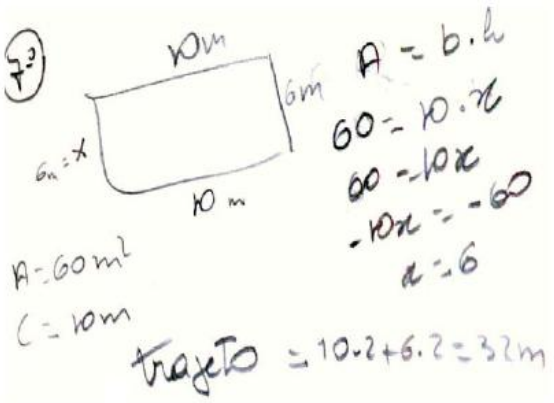
Figura 39. Reprodução do protocolo do estudante 332A, relativo ao problema 6

Na Figura 39, a conversão realizada pelo participante 332A ao problema 6 apresenta sistema visualização analógica icônico, sendo atribuídos 2 pontos na escala 1. Na escala 2, ao registro de representação discursivo (verbal) aritmético foram atribuídos 3 pontos. Na escala 3 o participante apresenta desempenho adequado, foi atribuído 2 pontos.

Problema 7 (campo):

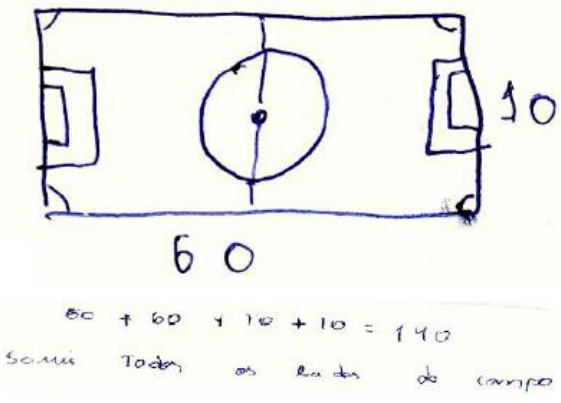
A área de um campo retangular mede 60 metros quadrados. Se o seu comprimento mede 10 m, qual a distância que você teria percorrido se caminhasse todo o trajeto ao redor do campo?

Dos 406 participantes, 75 não responderam (missing value) e foram excluídos do percentual das análises, restando 331 abordagens válidas que foram analisadas. Das abordagens válidas, 240 representaram 72,5% de abordagens inadequadas e o restante 91 estudantes, representam 27,5% de abordagens adequadas. Dentre as abordagens válidas, 52,0% não usaram representação analógica e, dos que usaram a representação analógica, 3,0% foi do tipo visual icônica e 45,0% foi do tipo visual simbólica. A seguir, apresentam-se exemplos de abordagens dos estudantes e as respectivas codificações nas três escalas:



	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	3	4	2

Figura 40. Reprodução do protocolo do estudante 443 AI relativo ao problema 7.



	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	2	3	1

Figura 41. Reprodução do protocolo do estudante 240B relativo ao problema 7.

Nos dois exemplos de abordagens os estudantes utilizaram representações analógicas. Na Figura 40, a conversão realizada pelo participante 443AI ao problema 7 apresenta sistema visualização analógica simbólica, sendo atribuídos 3 pontos na escala 1. Na escala 2, ao

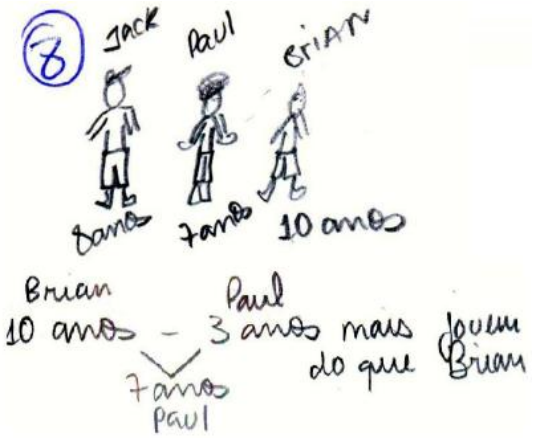
registro de representação discursivo (verbal) algébrico foram atribuídos 4 pontos. Na escala 3, o participante apresenta desempenho adequado e foi atribuído 2 ponto.

Na Figura 41, a conversão realizada pelo participante 240B para o mesmo problema apresenta sistema visualização analógica icônico, sendo atribuídos 2 pontos na escala 1. Na escala 2, ao registro de representação discursivo (verbal) aritmético foram atribuídos 3 pontos. Na escala 3, o estudante apresenta desempenho inadequado e foi atribuído 1 ponto.

Problema 8 (amigos):

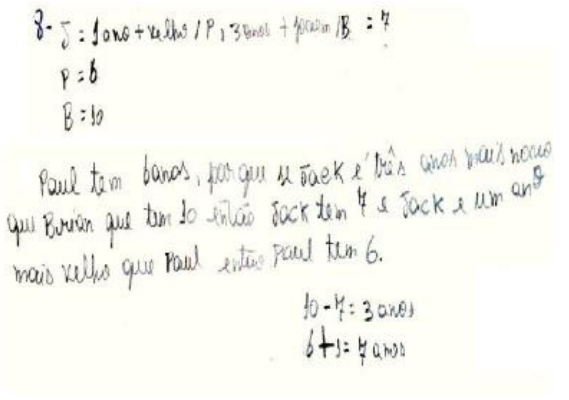
Três amigos, Jack, Paul e Brian, fazem aniversário em 01 de janeiro, entretanto, Jack é um ano mais velho do que Paul e, também, Jack é 3 anos mais jovem do que Brian. Se Brian tem 10 anos, quantos anos têm Paul?

Dos 406 participantes, 32 não responderam (missing value) e, foram excluídos do percentual das análises, restando 374 abordagens válidas que foram analisadas. Das abordagens válidas, 111 representaram 29,7% de abordagens inadequadas e o restante 263 estudantes, representam 70,3% de abordagens adequadas. Dentre as abordagens válidas, 92,8% não usaram representação analógica e dos que usaram representação analógica 2,1% foi do tipo visual icônica e 5,1% foi do tipo visual simbólica. A seguir, apresentam-se exemplos de abordagens dos estudantes e as respectivas codificações nas três escalas:



	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	2	2	1

Figura 42. Reprodução do protocolo do estudante 262 B relativo ao problema 8.



	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	1	3	2

Figura 43. Reprodução do protocolo do estudante 263B relativo ao problema 8.

Nos dois exemplos de abordagens um estudante utilizou a representações analógica e o outro utilizou a representação não analógica. Na Figura 42, a conversão realizada pelo

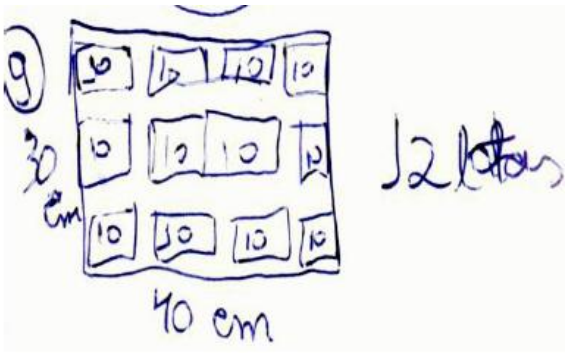
estudante 262B ao problema 8 apresenta sistema de visualização analógica icônica, sendo atribuídos 2 pontos na escala 1. Na escala 2, ao registro de representação discursivo (verbal) aritmético foram atribuídos 3 pontos. Na escala 3, o participante apresenta desempenho inadequado e foi atribuído 1 ponto.

Na Figura 43, a conversão realizada pelo estudante 263B para o mesmo problema não apresenta sistema visualização analógica, sendo atribuído 1 ponto na escala 1. Na escala 2, o registro de representação discursivo (verbal) aritmético foram atribuídos 3 pontos. Na escala 3, o estudante apresentou desempenho adequado e foram atribuídos 2 pontos.

Problema 9 (pêssegos):

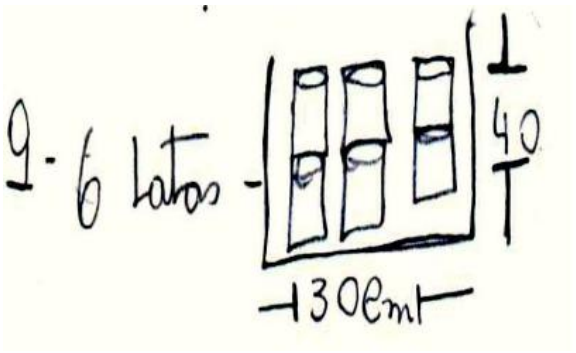
O diâmetro de uma lata de pêssegos mede 10 cm. Quantas latas caberão em uma caixa medindo 30 cm por 40 cm (uma camada somente)?

Dos 406 participantes, 85 não responderam (missing value) e, foram excluídos do percentual das análises, restando 321 abordagens válidas que foram analisadas. Das abordagens válidas, 177 representaram 55,1% de abordagens inadequadas e o restante 144 estudantes, representam 44,9% de abordagens adequadas. Dentre as abordagens válidas, 56,1% não usaram representação analógica e, dos que usaram representação analógica, 5,0% foram do tipo visual icônica e 38,9% foram do tipo visual simbólica. A seguir, apresentam-se exemplos de abordagens dos estudantes e as respectivas codificações nas três escalas:



	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	3	2	2

Figura 44. Reprodução do protocolo do participante 284C relativo ao problema 9.



	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	2	2	1

Figura 45. Reprodução do protocolo do participante 55B relativo ao problema 9.

Nos dois exemplos de abordagens os estudantes utilizaram as representações analógicas. Na Figura 44, a conversão realizada pelo participante 284C ao problema 9 apresenta sistema visualização analógica simbólico, sendo atribuídos 3 pontos na escala 1. Na

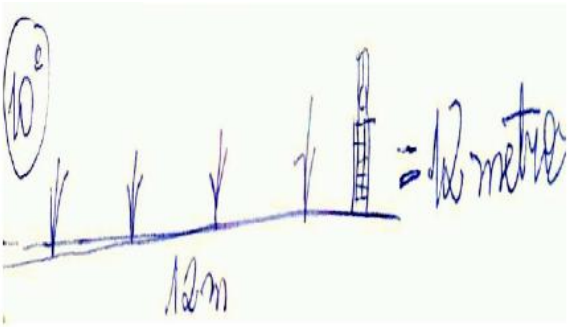
escala 2, ao registro de representação discursivo (verbal), foram atribuídos 2 pontos. Na escala 3, o estudante apresenta desempenho adequado e foi atribuído 2 pontos.

Na Figura 45, a conversão realizada pelo estudante para o mesmo problema apresenta sistema visualização analógica e foi classificada como icônica e, foram atribuídos 2 pontos. Na escala 2, ao registro de representação discursivo (verbal) foram atribuídos 2 pontos. Na escala 3, o participante apresenta desempenho inadequado, e foi atribuído 1 ponto.

Problema 10 (poço):

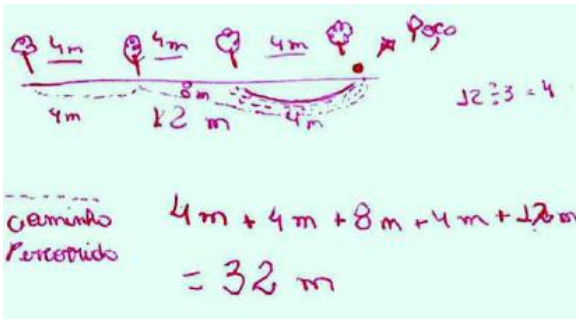
Quatro mudas de árvores foram plantadas em uma fila medindo 12 m de comprimento. Um poço foi colocado próximo à última árvore. Um balde d'água será necessário para regar duas árvores. Qual a distância que um jardineiro teria que caminhar, ao todo, se ele tivesse água para regar quatro árvores usando apenas um balde?

Dos 406 participantes, 98 não responderam (missing value) e, foram excluídos do percentual das análises, restando 308 abordagens válidas que foram analisadas. Das abordagens válidas, 278 representaram 90,3% de abordagens inadequadas e o restante 30 estudantes, representam 9,7% de abordagens adequadas. Dentre as abordagens válidas, 57,1%, não usaram representação analógica e, dos que usaram representação analógica, 25,3% foram do tipo visual icônica e 17,5% foi do tipo visual simbólica. A seguir, apresentam-se exemplos de abordagens dos estudantes e as respectivas codificações nas três escalas



	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	2	2	1

Figura 46. Reprodução do protocolo do participante 281 C relativo ao problema 10.



	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	2	3	2*

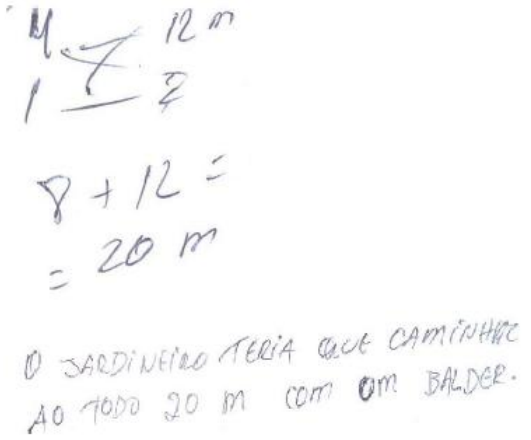
Figura 47. Reprodução do protocolo do participante 448AI relativo ao problema 10.

Nos dois exemplos de abordagens os estudantes utilizaram as representações analógicas. Na Figura 46, a conversão realizada pelo participante 281C ao problema 10

apresenta sistema visualização analógica icônico, e foram atribuídos 2 pontos. Na escala 2, ao registro de representação discursivo (verbal), foram atribuídos 2 pontos. Na escala 3, o participante apresenta desempenho inadequado, e foi atribuído 1 ponto.

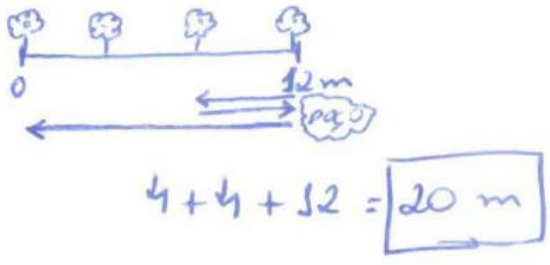
Na Figura 47, a conversão realizada pelo participante 448AI para o mesmo problema apresenta sistema visualização analógica, também, icônico, sendo atribuídos 2 pontos na escala 1. Na escala 2, ao registro de representação discursivo (verbal) aritmético, foram atribuídos 3 pontos na escala 2. Na escala 3, o participante apresenta desempenho adequado e foram atribuídos 2 pontos.

Durante a aplicação do IPM, em relação ao problema$_{10}$, alguns estudantes que participaram da pesquisa perguntaram sobre onde deixar o balde: se o balde deveria ser colocado ao lado do poço ou se deveria ser deixado ao lado da última árvore que seria regada. Como o avaliador deve interferir o mínimo possível, foi respondido que ele deveria tomar essa decisão e muitos apresentaram a resposta considerando que o balde deveria ser colocado ao lado do poço (veja abordagem na fig. 32). A resposta esperada para tal problema seria 20 m, apesar da pergunta feita no problema ser em relação a regar a árvore e não onde deixar o balde. Nesse problema, as duas linha de raciocínio foram consideradas adequadas e as duas respostas dadas 20m e 32m foram codificadas como desempenho adequado, código 2. A abordagem foi do estudante que fez questionamento sobre onde deixar o balde esta exemplificada na Figura 47.



	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	1	3	2

*Figura 48.*Reprodução do protocolo do estudante 584EJAP relativo ao problema 10.



	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	2	3	2

*Figura 49.*Reprodução do protocolo do estudante 383C relativo ao problema 10.

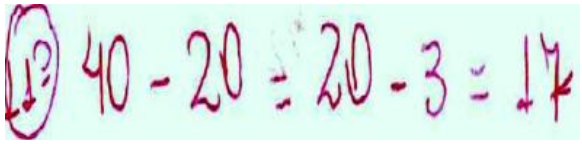
Nos dois exemplos de abordagens em uma o estudante utilizou a representação não analógica e em outra o estudante utilizou a representação analógica. Na Figura 48, a conversão realizada pelo participante 584EJAP ao problema 10 não apresenta sistema visualização analógica icônico, sendo atribuído 1 ponto na escala 1. Na escala 2, ao registro de representação discursivo (verbal) aritmético, foram atribuídos 3 pontos. Na escala 3, o participante apresenta desempenho adequado foram atribuídos 2 pontos.

Na Figura 49, a conversão realizada pelo participante 283C para o mesmo problema apresenta sistema visualização analógica icônico e foram atribuídos 2 pontos na escala 1. Na escala 2, ao registro de representação discursivo (verbal) aritmético, foram atribuídos 3 pontos. Na escala 3, o participante apresenta desempenho adequado foram atribuídos 3 pontos.

Problema 11 (carona):

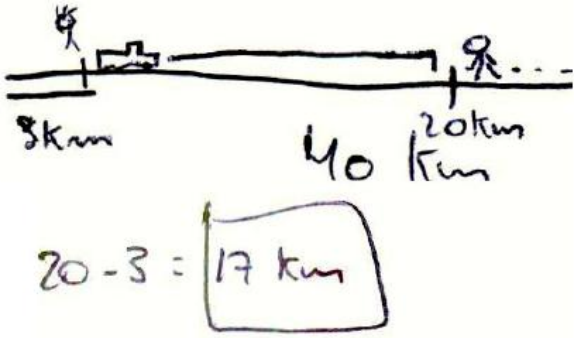
Um carona planejou uma viagem de 40 quilômetros. Ele primeiro caminhou 3 Km, em seguida pegou um carona de um motorista de caminhão. Quando o motorista o deixou, ele ainda tinha metade de sua jornada para viajar. Qual a distancia ue ele percorreu no caminhão?

Dos 406 participantes, 68 não responderam (missing value) e, foram excluídos do percentual das análises, restando 338 abordagens válidas que foram analisadas. Das abordagens válidas, 129 representaram 38,2% de abordagens inadequadas e o restante 209 estudantes, representam 61,8% de abordagens adequadas. Dentre as abordagens válidas, 84,9% dos estudantes não usaram representação analógica e, dos que usaram representação analógica, 5,0% foi do tipo visual icônica e 10,1% foi do tipo visual simbólica. A seguir, apresentam-se exemplos de abordagens dos estudantes e as respectivas codificações nas três escalas:



	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	1	3	2

Figura 50. Reprodução do protocolo do estudante 448AI relativo ao problema 11.

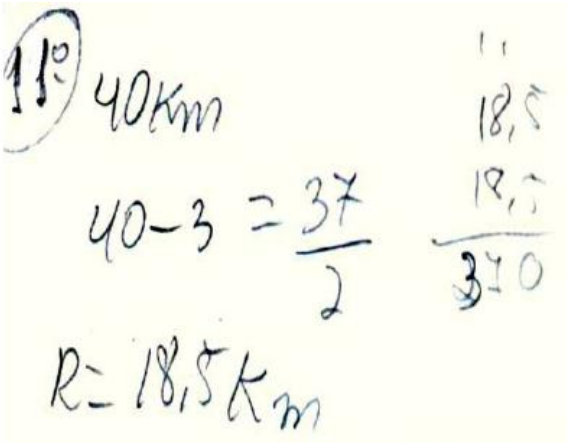


	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	2	3	2

Figura 51. Reprodução do protocolo do estudante 250B relativo ao problema 11.

Nos dois exemplos de abordagens observa-se que em uma, o estudante utilizou a representação não analógica e em outra, o estudante utilizou a representação analógica. Na Figura 50, a conversão realizada pelo participante 448AI ao problema 11 não apresenta sistema visualização analógico sendo atribuídos 2 pontos na escala 1. Na escala 2, ao registro de representação discursivo (verbal) aritmético foram atribuídos 3 pontos. E na escala 3, o estudante apresenta desempenho adequado e foram atribuídos 2 pontos.

Na Figura 51, a conversão realizada pelo participante 448AI para o mesmo problema apresenta sistema visualização analógica icônica sendo atribuídos 2 pontos na escala 1. Na escala 2, ao registro de representação discursivo (verbal) foram atribuídos 2 pontos. Na escala 3, o participante apresenta desempenho adequado e foram atribuídos 2 pontos.



	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	1	2	1

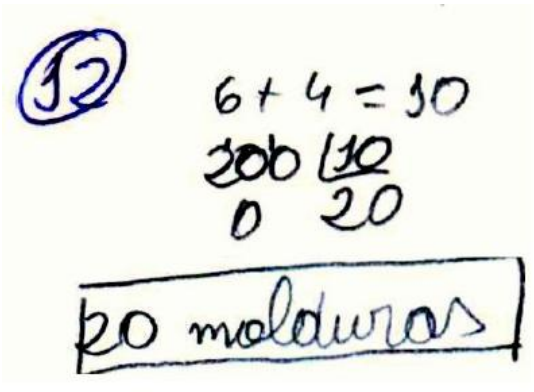
Figura 52. Reprodução do protocolo do estudante 321A relativo ao problema 11.

Na Figura 52, a conversão realizada pelo participante 321A para o mesmo problema não apresenta sistema visualização analógico, sendo atribuído 1 ponto na escala 1. Na escala 2, o registro de representação discursivo (verbal) foram atribuídos 2 pontos. Na escala 3, o estudante apresenta desempenho inadequado, e foi atribuído 1 ponto.

Problema 12 (molduras):

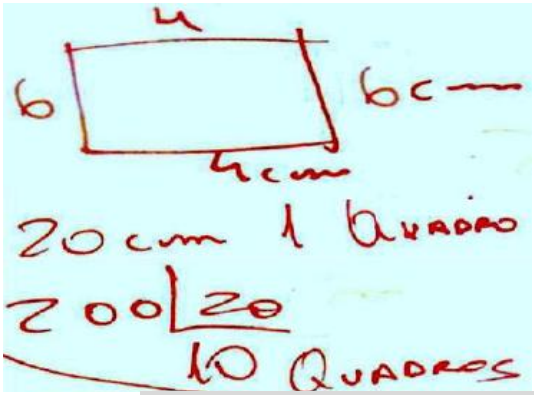
Quantas molduras para quadros com 6 cm de comprimento e 4 cm de largura podem ser feitas a partir de um pedaço de madeira com 200 centímetros de comprimento?

Dos 406 participantes, 122 não responderam (missing value) e, foram excluídos do percentual das análises, restando 284 abordagens válidas que foram analisadas. Das abordagens válidas, 232 representaram 81,7% de abordagens inadequadas e o restante 52 estudantes, representam 18,3% de abordagens adequadas. Dentre as abordagens válidas, 70,1% não usaram representação analógica e, dos que usaram representação analógica, 2,8% foi do tipo visual icônica e 27,1% foi do tipo visual simbólica. A seguir, apresentam-se exemplos de abordagens dos estudantes e as respectivas codificações nas três escalas:



	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	1	3	1

Figura 53. Reprodução do protocolo do estudante 90C, relativo ao problema 12.



	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	3	3	2

Figura 54. Reprodução do protocolo do estudante 306 C, relativo ao problema 12.

Nos dois exemplos de abordagens observa-se que em uma, o estudante utilizou a representação não analógica e em outra, o estudante utilizou a representação analógica. Na Figura 53, a conversão realizada pelo participante 90C ao problema 12 não apresenta sistema visualização analógico sendo atribuído 1 ponto na escala 1. Na escala 2, ao registro de

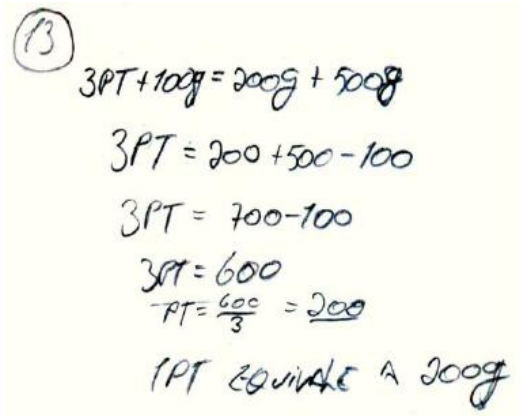
representação discursivo (verbal) aritmético foram atribuídos 3 pontos. Na escala 3, o estudante apresentou desempenho adequado e foi atribuído 1 ponto.

Na Figura 54, a conversão realizada pelo participante 306C para o mesmo problema apresenta sistema visualização analógico simbólico, sendo atribuídos 3 pontos na escala 1. Na escala 2, ao registro de representação discursivo (verbal) aritmético foram atribuídos 3 pontos E, na escala 3, o participante apresenta desempenho adequado e foram atribuídos 2 pontos.

Problema 13 (geleia):

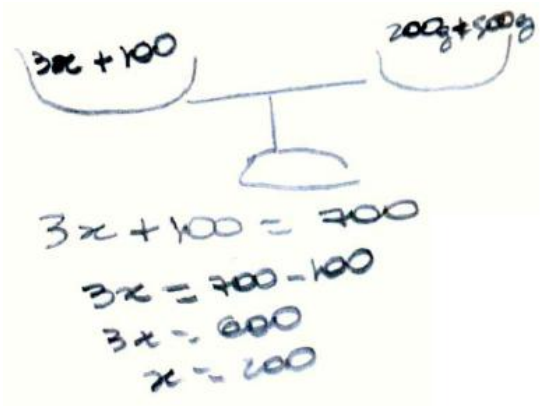
De um lado da balança existem três potes de geleia e um peso de 100 gramas. No outro lado, estão um peso de 200 g e outro peso de 500 g. A balança está equilibrada. Qual é o peso de um pote de geleia?

Dos 406 participantes, 106 não responderam (missing value) e, foram excluídos do percentual das análises, restando 300 abordagens válidas que foram analisadas. Das abordagens válidas, 132 representaram 44,0% de abordagens inadequadas e o restante 168 estudantes, representam 56,0% de abordagens adequadas. Dentre as abordagens válidas, 73,3% não usaram representação analógica e, dos que usaram representação analógica, 10,3% foi do tipo visual icônica e 16,3% foi do tipo visual simbólica. A seguir, apresentam-se exemplos de abordagens dos estudantes e as respectivas codificações nas três escalas:



	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	1	4	2

Figura 55. Reprodução do protocolo do estudante 503CTA relativo ao problema 13.



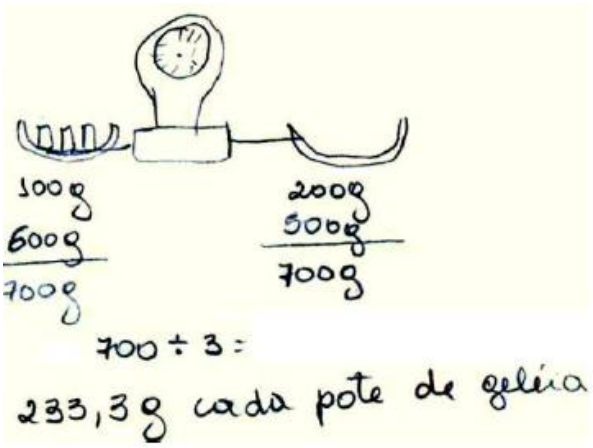
	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	2	4	2

Figura 56. Reprodução do protocolo do estudante 443AI relativo ao problema 13.

Nos dois exemplos de abordagens observa-se que em uma, o estudante utilizou a representação não analógica e em outra, o estudante utilizou a representação analógica. Na Figura 55, a conversão realizada pelo participante 503CTA ao problema 13 não apresenta

sistema visualização analógico, sendo atribuído 1 ponto na escala 1. Na escala 2, ao registro de representação discursivo (verbal) algébrico foram atribuídos 4 pontos. Na escala 3, o participante apresenta desempenho adequado e foram atribuídos 2 pontos.

Na Figura 56, a conversão realizada pelo participante 443AI para o mesmo problema apresenta sistema visualização analógico icônico, sendo atribuídos 2 pontos na escala 1. Na escala 2, ao registro de representação discursivo (verbal) algébrico foram atribuídos 4 pontos. Na escala 3, o participante apresenta desempenho adequado e foram atribuídos 2 pontos.



	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	2	3	1

Figura 57. Reprodução do protocolo do estudante 377 B relativo ao problema 13.

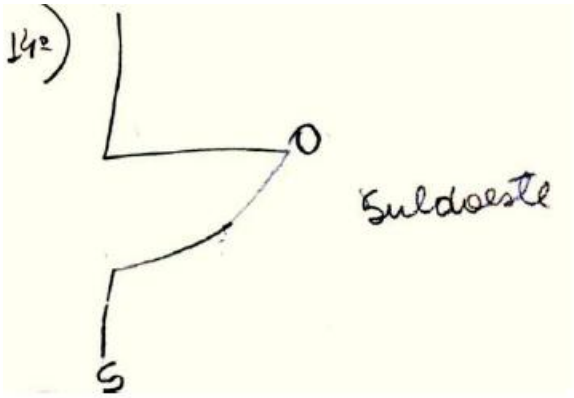
Na Figura 57, a conversão realizada pelo participante 503CTA ao problema 13 apresenta sistema visualização analógico, sendo atribuídos 2 pontos na escala 1. Na escala 2, ao registro de representação discursivo (verbal) algébrico, foram atribuídos 3 pontos. Na escala 3, o estudante apresenta desempenho inadequado e foram atribuídos 2 pontos.

Problema 14 (navio):

Um navio partiu em direção Noroeste e em seguida fez uma curva de 90° para a direita. Uma hora depois, fez uma curva de 45° para a esquerda. Em que direção o navio está então viajando?

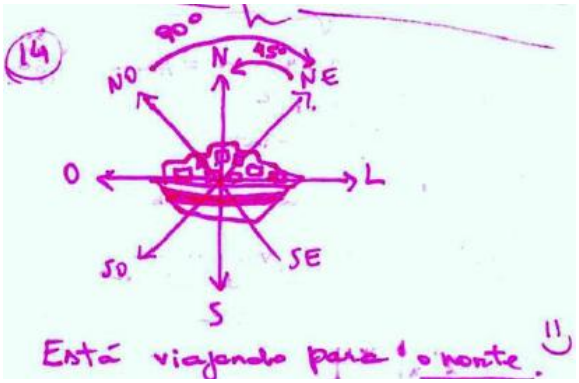
Dos 406 participantes, 178 não responderam (missing value) e, foram excluídos do percentual das análises, restando 228 abordagens válidas que foram analisadas. Das abordagens válidas, 187 representaram 82,0% de abordagens inadequadas e o restante 46 estudantes, representam 18,0% de abordagens adequadas. Dentre as abordagens válidas, 50,9% não usaram representação analógica e, dos que usaram representação analógica, 4,8%

foram do tipo visual icônica e 44,3% foram do tipo visual simbólica. A seguir, apresentam-se exemplos de abordagens dos estudantes e as respectivas codificações nas três escalas:



	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	3	2	1

Figura 58. Reprodução do protocolo do estudante 506CTA relativo ao problema 14.

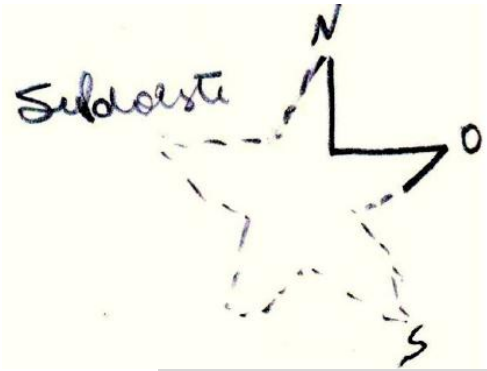


	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	2	2	2

Figura 59. Reprodução do protocolo do estudante 288 C relativo ao problema 13.

Nos dois exemplos de abordagens observa-se ambos os estudantes utilizaram a representação analógica. Na Figura 58, a conversão realizada pelo participante 506CTA ao problema 14 apresenta sistema visualização analógico simbólico, sendo atribuídos 3 pontos na escala 1. Na escala 2, ao registro de representação discursivo (verbal), apresentando uma linguagem natural expressa por palavras, foram atribuídos 2 pontos. Na escala 3, o participante apresenta desempenho inadequado, foi atribuído 1 ponto.

Na figura 59, a conversão realizada pelo participante 288C ao problema 14 apresenta sistema visualização analógico icônico, sendo atribuídos 2 pontos na escala 1. Na escala 2, ao registro de representação discursivo (verbal), apresentando uma linguagem natural expressa por palavras e números, foram atribuídos 2 pontos. Na escala 3, o participante apresenta desempenho adequado foram atribuídos 2 pontos.



	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	3	2	1

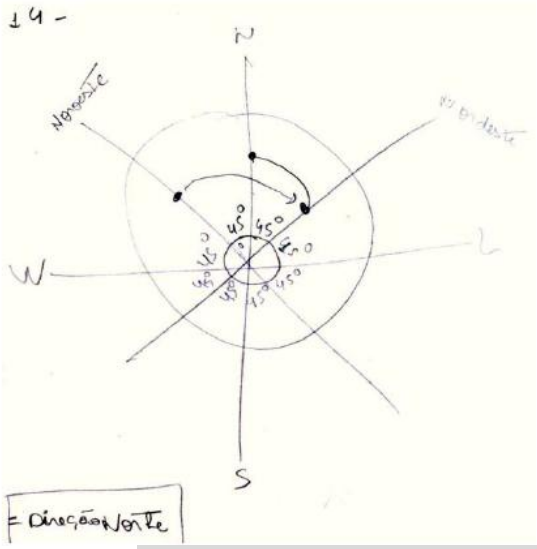
Figura 60 . Reprodução do protocolo do estudante 491CTA relativo ao problema 14.

	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	3	2	2

Figura 61. Reprodução do protocolo do estudante 420AI relativo ao problema 14.

Nos dois exemplos de abordagens observam-se que os estudante utilizaram a representação analógica. Na figura 60, a conversão realizada pelo participante 491CTA ao problema 14 apresenta sistema visualização analógico simbólico, sendo atribuídos 3 pontos na escala 1. Na escala 2, ao registro de representação discursivo (verbal) foram apresentando uma linguagem natural expressa por palavras, foram atribuídos 2 pontos. Na escala 3, o estudante apresenta desempenho inadequado foi atribuído 1 ponto.

Na Figura 61, a conversão realizada pelo participante 420AI ao problema 14 apresenta sistema visualização analógico simbólico, sendo atribuídos 3 pontos na escala 1. Na escala 2Ao registro de representação discursivo (verbal), apresentando uma linguagem natural expressa por palavras, foram atribuídos 2 pontos. Na escala 3, o participante apresenta desempenho adequado, e foram atribuídos 2 pontos.



	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	3	2	2

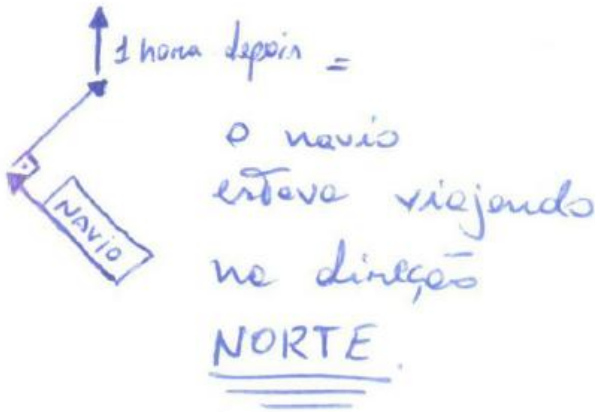
Figura 62. Reprodução do protocolo do estudante 457AI relativo ao problema 14.

	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	2	2	2

Figura 63. Reprodução do protocolo do estudante 292C relativo ao problema 14.

Nos dois exemplos de abordagens observam-se que os estudante utilizaram a representação analógica. Na Figura 62, a conversão realizada pelo participante 457AI ao problema 14 apresenta sistema visualização analógico simbólico, sendo atribuídos 3 pontos na escala 1. Na escala2, o registro de representação discursivo (verbal), apresentando uma linguagem natural expressa por palavras, foram atribuídos 2 pontos. Na escala 3, o participante apresenta desempenho adequado e foram atribuídos 2 pontos.

Na Figura 63, a conversão realizada pelo participante 292C ao problema 14 apresenta sistema visualização analógico icônico, sendo atribuídos 2 pontos na escala 1. Na escala 2, ao registro de representação discursivo (verbal), apresentando uma linguagem natural expressa por palavras, foram atribuídos 2 pontos. Na escala 3, o participante apresentou desempenho adequado e foi atribuído 2.



	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	3	2	2

Figura 64. Reprodução do protocolo do estudante 383C relativo ao problema 14.

Na Figura 64, observa-se que o estudante utilizou representação analógica em sua abordagem. A conversão realizada pelo participante 383C ao problema 14 apresenta sistema visualização analógico simbólico, sendo atribuídos 3 pontos na escala 1. Na escala 2, ao registro de representação discursivo (verbal), foi atribuído 2 pontos. Na escala 3, o participante apresentou desempenho adequado e foram atribuídos 2 pontos.

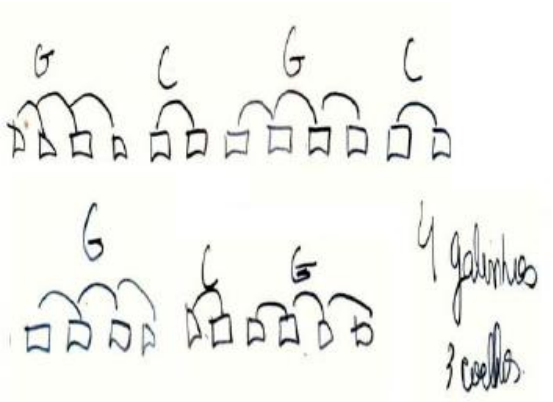
Problema 15 (fazenda):

Em uma fazenda existem oito animais. Alguns deles são galinhas e outros são coelhos. Ao todo são 22 pés. Quantas galinhas e quantos coelhos existem na fazenda?

O problema 15 do IPM é similar ao problema que Câmara (2008) utilizou para analise das abordagens de crianças do 6º ano em que elas adotaram a sua própria sistemática do saber matemático, diferente do esperado e que é ensinado na escola (vide seção 1.4, Capítulo 1). Esses estudantes não reproduziram só apresentaram os conhecimentos aprendidos na escola. Neste estudo a forma de resolução dos estudante do ensino médio, subsequente e EJA para o problema 15 divergiu muito nas mudanças de registros apresentadas pelos estudantes. Alguns estudantes, Figura 62,64 e 65, apresentaram resoluções próximas dos estudantes das séries iniciais (como os as crianças do estudo de Câmara, 2008). Outro entretanto, figura 43 e 59, apresentaram suas resoluções mudança de registros envolvendo sistemas de equações. Existe uma pluralidade

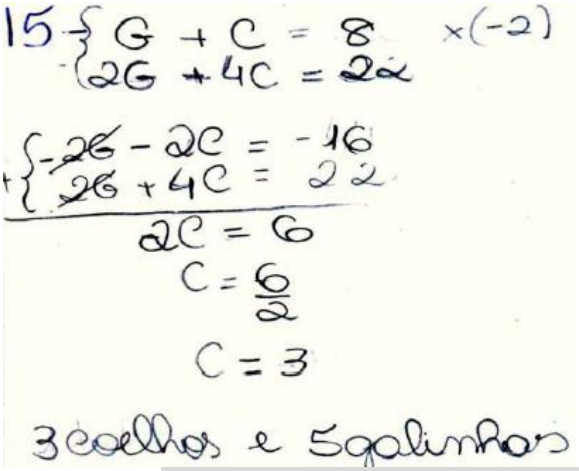
de registro para abordar o mesmo problema (Duval, 2003) e a forma que ele é articulado é a condição da compreensão matemática.

Dos 406 participantes, 117 não responderam (missing value) e, foram excluídos do percentual das análises, restando 289 abordagens válidas que foram analisadas. Das abordagens válidas, 145 representaram 50,2,0% de abordagens inadequadas e o restante 144 estudantes, representam 49,85% de abordagens adequadas. Dentre as abordagens válidas, 90,3% não usaram representação analógica e, dos que usaram representação analógica, 2,8% foi do tipo visual icônica e 6,9% foi do tipo visual simbólica. A seguir, apresentam-se exemplos de abordagens dos estudantes e as respectivas codificações nas três escalas:



	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	3	2	1

Figura 65. Reprodução do protocolo do estudante 43B, relativo ao problema 15.



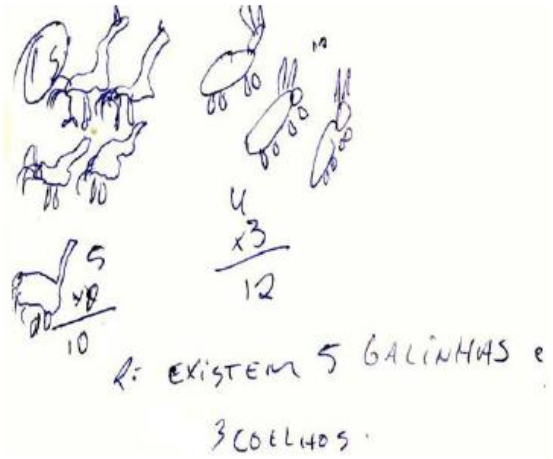
	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	1	4	2

Figura 66. Reprodução do protocolo do estudante 60B, relativo ao problema 15.

Observa-se que, nos dois exemplos apresentados acima, para o primeiro foi usada a representação analógica na abordagem e para o segundo não foi usada a representação analógica. Na Figura 65, a conversão realizada pelo participante 43B ao problema 15 apresenta sistema visualização analógico simbólico, sendo atribuídos 3 pontos na escala 1. Ao registro de representação discursivo (verbal) , apresentando uma linguagem natural expressa por palavras, foram atribuídos 2 pontos na escala 2. O participante apresenta desempenho inadequado, pontuando 1 na escala 3.

Na Figura 66, a conversão realizada pelo participante 60B ao problema 15 não apresenta sistema visualização analógico, sendo atribuído 1 ponto na escala 1. Ao registro de representação discursivo (verbal) algébrico, onde o aluno modela e resolve o problema por

um sistema de equação do primeiro grau a sua forma de resolução, foram atribuídos 4 pontos na escala 2. O participante apresenta desempenho adequado, pontuando 2 na escala 3.



	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	2	3	2

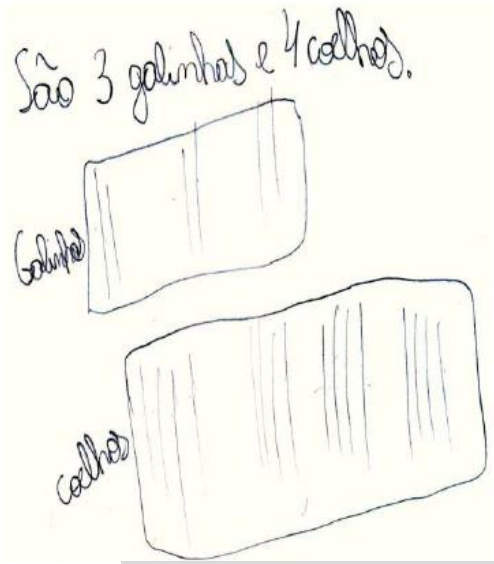
Figura 67. Reprodução do protocolo do participante 292C, relativo ao problema 15.

	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	2	2	2

Figura 68. Reprodução do protocolo do participante 102C, relativo ao problema 15.

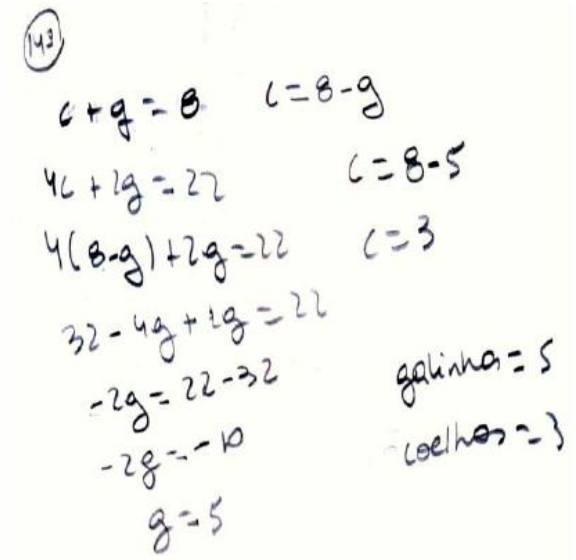
Observa-se que para os dois exemplos apresentados acima, ambos usam representação analógica na abordagem. Na Figura 67, a conversão realizada pelo participante 292C ao problema 15 apresenta sistema visualização analógico icônico, sendo atribuídos 2 pontos na escala 1. Ao registro de representação discursivo (verbal) aritmético, apresentando operações matemáticas explicitamente, foram atribuídos 3 pontos na escala 2. O participante apresenta desempenho adequado, pontuando 2 na escala 3.

Na Figura 68, a conversão realizada pelo participante 102C ao problema 15 apresenta sistema visualização analógico icônico, sendo atribuído 2 pontos na escala 1. Ao registro de representação discursivo (verbal), apresentando uma linguagem natural expressa por palavras, foram atribuídos 2 pontos na escala 2. O participante apresenta desempenho adequado, pontuando 2 na escala 3.



	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	3	2	1

Figura 69. Reprodução do protocolo do participante 138 D, relativo ao problema 15.



	Escala 1	Escala 2	Escala 3
Codificação	1	4	2

Figura 70. Reprodução do protocolo do participante 443AI, relativo ao problema 15

Observa-se que nos dois exemplos apresentados acima, para o primeiro foi usada representação analógica na abordagem e para o segundo não foi usada representação analógica. Na Figura 69, a conversão realizada pelo participante 138D ao problema 15 apresenta sistema visualização analógico simbólico, sendo atribuídos 3 pontos na escala 1. Ao registro de representação discursivo (verbal) , apresentando linguagem natural expressa por palavras, foram atribuídos 2 pontos na escala 2. O participante apresenta desempenho inadequado, pontuando 1 na escala 3.

Na Figura 70, a conversão realizada pelo participante 443AI ao problema 15 não apresenta sistema visualização analógico icônico, sendo atribuído 1 ponto na escala 1. Ao registro de representação discursivo (verbal) algébrico, onde o aluno modela e resolve o problema por um sistema de equação do primeiro grau a sua forma de resolução, foram atribuídos 4 pontos na escala 2. O participante apresenta desempenho adequado, pontuando 2 na escala 3.

A seguir, apresenta-se um resumo dos dados sobre o desempenho dos participantes e sobre a representação analógica icônica e a representação analógica simbólica.

Tabela 34. *Resumo da frequência com que ocorrem o desempenho e a representação analógica*

Problemas	Participantes		Desempenho		Representação analógica		
	Responderam	**Não responderam**	**Inadeq.**	**Adeq.**	**Não usaram**	**Icônica**	**Simbólica**
1 (*Árvores)*	**397**	*9*	**83,4%**	16,6%	67,5%	17,1%	15,4%
2 (*Balança)*	358	48	31,0%	**69,0%**	79,9%	10,6%	9,5%
3 (*Balão)*	363	43	41,0%	**59,0%**	62,8%	12,7%	**24,5%**
4 (*Corrida)*	376	30	22,6%	**77,4%**	66,8%	10,6%	**22,6%**
5 (*Quadrado)*	371	35	67,1%	32,9%	56,6%	*0,5%*	**42,9%**
6(*Carpinteiro*	387	19	24,8%	**75,2%**	74,9%	1,0%	**24,0%**
7 (*Campo)*	331	75	72,5%	27,5%	*52,0%*	3,0%	**45,%**
8 (*Amigos)*	374	32	29,7%	**70,3%**	**92,8%**	2,1%	***5,1%***
9 (*Pêssegos)*	321	85	55,1%	44,9%	56,1%	5,0%	**38,9%**
10 (*Poço)*	308	98	**90,3%**	9,7%	57,1%	**25,3%**	17,5%
11 (*Carona)*	338	68	38,2%	**61,8%**	84,9%	5,0%	**10,1%**
12 (*Molduras)*	284	122	**81,7%**	18,3%	70,1%	2,8%	**27,1%**
13 (*Geleia)*	300	106	44,0%	**56,0%**	73,3%	10,35	**16,3%**
14 (*Navio)*	*228*	**178**	**82,0%**	18,0%	*50,9%*	4,8%	**44,1%**
15 (*Fazenda)*	289	117	**50,2%**	49,85	**90,3%**	2,8%	**6,9%**

Na Tabela 34, observa-se que: o problema 1 apresentou o maior número de participantes que apresentaram a resolução; e o problema 14 foi o que apresentou o maior número de participantes que deixaram de responder os problemas. Em oito problemas apresentados aos participantes, o desempenho inadequado foi maior do que o adequado e em apenas sete problemas o desempenho adequado foi superior ao inadequado. Em quatro problemas, o percentual de desempenho inadequado foi superior a 80% dos participantes. O problema 1, problema 10, problema 12 e o problema14 foram considerados os mais difíceis. Em três problemas, o percentual de desempenho adequado foi superior a 70%. O problema 4, o problema 6 e o problema 8 foram considerados entre os mais fáceis. Em todos os problemas os percentuais de alunos que não usou representação analógica foram superiores aos que usaram a representação analógica. O problema 15 e o problema 8 são os problemas com maiores percentuais, acima de 90%, de alunos que não usaram representação analógica. O problema 5, o problema 7, o problema 9, o problema 10 e o problema 14 são os problemas que apresentaram percentuais em torno de 50% de alunos que não usaram a representação analógica. Portanto esses problemas foram os que apresentaram o maior percentual de participantes com uso de representação analógica. Para os problemas 5, 7, 9 e 14, prevaleceram nas abordagens dos alunos o sistema de visualização analógico simbólico e para o problema 10 prevaleceu nas abordagens dos alunos o sistema de visualização analógico icônico.

O sistema de análise do IPM em Língua Portuguesa envolve quatro procedimentos estatísticos e critérios teóricos: a análise descritiva, teste de confiabilidade interna e as interações entre as variáveis: analógica, não analógica e desempenho

3.5.1. A análise descritiva

As variáveis da *Escala 1: IPM analógica* apresentaram média M= 1,653 com desvio padrão DP= 0,300. No $item_8$, apresentou a menor média dada por M = 1,12 e DP= 0,458; min = 1 e max = 3, moda M_o = 2. No $item_{14}$, apresentou a maior média dada por M = 1,93 e DP= 0,975; min = 1 e max = 3, moda M_o = 3

As variáveis da *Escala 2: IPM não-analógica* apresentaram média M= 2,507 com desvio padrão DP= 0,207. No $item_{14}$, apresentou a menor média dada por M = 2,08 e DP= 0,292; min = 1 e max = 4, moda M_o = 2. No $item_{12}$, apresentou a maior média dada por M = 2,79 e DP= 0,570; min = 1 e max = 3, moda M_o = 3

As variáveis da *Escala 3: IPM desempenho* apresentaram média M= 1,518 com desvio padrão DP= 0,235. No $item_{10}$, apresentou a menor média dada por M = 1,10 e DP= 0,297; min = 1 e max = 2, moda M_o = 2. No $item_4$, apresentou a maior média dada por M = 1,77 e DP= 0,419; min = 1 e max = 2, moda M_o = 3.

A validade de construto do IPM foi averiguada e, para isso, deu-se procedimento a um estudo com o objetivo de obter um questionário razoavelmente com confiabilidade que permitisse avaliar adequadamente: os registros de representação discursivos, o sistema para visualização e o desempenho.

3.5.2. A análise de confiabilidade interna da escala IPM

Como já foi explicada anteriormente, a confiabilidade interna do instrumento ao ser analisada permitirá a verificação da sua consistência interna e, assim, é possível avaliar se os itens utilizados estão relacionados uns com os outros ou quais dos itens devem ser excluídos para melhorar a confiabilidade.

Na tabela de confiabilidade estatística, estão representados o α de Cronbach e o α de Cronbach baseados nos itens padronizados para as três escalas usadas para avaliar as

resoluções dos estudantes para os problemas do IPM: a analógica, a não analógica e o desempenho.

Tabela 35. A *estatística da confiabilidade da escala IPM*

Escala	Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach baseado nos itens padronizados	Nº de Itens
IPM analógica	0,895	**0,894**	15
IPM não analógica	0,801	**0,797**	15
IPM desempenho	0,714	**0,711**	15

Pode ser observado na Tabela 28 os alfas das três escalas. Para a escala IPM analógica, apresentou-se α=0,895 e α=0,894; para a escala IPM não-analógica, apresenta-se α = 0,801 e α = 0,797 e para a Escala desempenho, apresenta-se α= 0,714 e α= 0,711, respectivamente.

Na Tabela 29, a estatística da escala apresenta os valores que resultam do somatório da pontuação dos itens para cada participante. Na primeira coluna e na terceira coluna, observa-se que o valor da média mínimo de 7,730 (escala desempenho) com desvio padrão DP=3,056 até o máximo de 27,157 (escala analógica) com desvio padrão DP=20,803. O desvio padrão da variável analógica é bastante superior ao da variável desempenho.

Tabela 36. *A estatística da escala IPM*

Escala	Média	Variância	Desvio Padrão	Nº de Itens
IPM analógica	26,592	441,887	21,021	15
IPM não analógica	22,610	18,502	4,301	15
IPM desempenho	7,775	8,997	2,999	15

3.6. As interações entre a variável do sistema de visualização (analógica) e do desempenho.

Na comparação entre a variável analógica e a variável do desempenho, pode-se observar que algumas diferenças ocorreram e foram geradas informações sobre as relações bivariadas, e sendo assim foram geradas em cada célula da tabela a combinação das categorias nas duas variáveis. Estudam-se nesta análise as formas de desempenho dos alunos resolverem os problemas de matemática do IPM e como essas formas diferentes em termos de usarem ou

não usarem sistema de visualização analógico. São dadas duas variáveis: o desempenho e o sistema de representação analógico. A variável do desempenho tem como categorias a escolher: inadequado e adequado. A variável do sistema de representação analógico tem como categorias a escolher: não usou representação analógica, usou representação visual icônica e usou representação visual simbólica.

O teste χ^2 (qui quadrado) de independência é realizado para verificar se existe um relacionamento (ou associação) entre as variáveis categóricas, isto é, se existe associação entre o Se existir relacionamento o qui quadrado verifica se a associação é significativa, isto é, verifica se a hipótese nula não é verdadeira quando a significância estatística. Ao contrário, não existe relacionamento significativo entre as variáveis quando essas forem independentes e, em consequência, a hipótese nula não será verdadeira e será indicada pelo valor da significância estatística dada por $p \geq 0{,}05$.

Também será realizado o teste V de Cramer, uma medida do efeito da variância da variável registro analógico sobre a variável do desempenho. É possível verificar a medida do tamanho do efeito que uma variável tem sobre a outra, para isso basta elevar ao quadrado o valor do coeficiente encontrado no teste V de Cramer.

As três tabelas são tabelas de contingência de ordem 2x3[20] e informam em quais grupos de estudantes existem relação entre a variável de desempenho e a representação analógica. Seis grupos são apresentados nas células das tabelas que apresentam as informações das variáveis cruzadas para cada um dos problemas do IPM.

Tabela 37. As *interações entre as variáveis: desempenho e sistema de visualização (analógica) para os problemas do IPM de 1 a 4*

	Problema 1 Árvores		**Problema 2** *Balança*		**Problema 3** *Balão*		**Problema 4** *Corrida*	
Rep. Analog	**D Inad.**	**D. Adeq**	**D Inad.**	**D. Adeq**	**D Inad.**	**D. Adeq**	**D Inad.**	**D. Adeq**
Não Usa	**248**	20	97	189	114	114	70	181
Perc	**74,9%**	30,3%	87,4%	**76,5%**	76,5%	**53,3%**	82,4%	**62,2%**
V.Icônico.	41	27	8	30	15	31	3	37
Perc..	12,4%	**40,9%**	7,2%	12,1%	10,1%	14,5%	3,5%	12,7%
V.Simbólico	42	19	6	28	20	69	12	73
Perc.	12,7%	28,8%	5,4%	11,3%	13,4%	32,2%	14,1%	25,1%
χ^2	51,648 2	***p*=0,000**	5,728 2	***p*=0,057**	21,596 2	***p*=0,000**	***12,721 2***	***p*=0,000**
V de Cramer	0,361	***p=0,000***	0,126	***p*=0,057**	0,244	***p*=0,000**	***0,184***	***p*=0,000**

[20] As duas últimas linhas não entram para o cálculo da contingência. São considerando as linhas e colunas das variáveis.

Na Tabela 37, para o problema 1, apresenta-se associação entre desempenho e o uso de representação analógica dos estudantes. Uma análise do χ^2 (qui quadrado) foi executada para descobrir se existe uma relação significativa entre o desempenho e o sistema de visualização na resolução de problemas matemáticos entre alunos do ensino médio e pós-médio. O valor do $\chi^2 = 51,648$; o grau de liberdade é igual a 2 e a probabilidade associada é ***p* = 0,000<0,05.** Os resultados sugerem que existe relacionamento entre a variação do desempenho e a variação do registro de representação analógico dos alunos. O teste V de Cramer obtido foi 0,361, aproximadamente, 13% das variações das frequências do desempenho podem ser explicados pela variação do uso do registro analógico.

O maior percentual, 74,9% dos estudantes com desempenho inadequado, é para o grupo com as variáveis associadas ao não uso de sistema de visualização (analógico). E, o maior percentual, 40,9% dos estudantes com desempenho adequado, é para o grupo com as variáveis associadas ao uso de sistema de visualização (analógico) icônico, que foi maior do que o percentual, de 28,8% de variáveis associadas ao uso de sistema de visualização (analógico) simbólico.

Para o problema 2, não existe associação entre desempenho e o uso de representação analógica pelos alunos. Uma análise do χ^2 (qui quadrado) foi executada para descobrir se existe uma relação significativa entre o desempenho e o sistema de visualização na resolução de problemas matemáticos entre alunos do ensino médio e pós-médio. Para o valor do $\chi^2 = 5,728$, o grau de liberdade é igual a 2 e a probabilidade associada é ***p* = 0,057>0,05.** Os resultados sugerem que não existe relacionamento entre a variação do desempenho e a variação do sistema de visualização analógico dos alunos para o problema 2.

Para o problema 3, existe associação entre desempenho adequado e o não uso de representação analógica apresentando com significância estatística com o valor do $\chi^2 = 21,596$, o grau de liberdade é igual a 2 e a probabilidade associada é ***p* = 0,000<0,05.** Os resultados sugerem que existe relacionamento entre a variação do desempenho e a variação do registro de representação analógico dos alunos. O teste V de Cramer obtido foi 0,244, aproximadamente 6% das variações das frequências do desempenho que pode ser explicado pela variação do uso do registro analógico.

O maior percentual, 76,5% de alunos com desempenho inadequado, é para o grupo com as variáveis associadas ao não uso de sistema de visualização (analógico). E o maior percentual, 32,2% dos estudantes com desempenho adequado, é para o grupo com as variáveis

associadas uso de sistema de visualização (analógico) simbólico, que foi maior do que o percentual, de 14,5% de variáveis associadas ao uso de sistema de visualização (analógico) icônico.

Para o problema 4, existe associação entre desempenho e o uso de representação analógica pelos alunos. Para o valor do χ^2 = 12,721, o grau de liberdade é igual a 2 e a probabilidade associada é ***p* = 0,002<0,05.** Os resultados sugerem que existe relacionamento entre a variação do desempenho e a variação do registro de representação analógico dos alunos. O teste V de Cramer obtido foi 0,184, aproximadamente 3,0% das variações das frequências do desempenho que pode ser explicado pela variação do uso do registro analógico.

O maior percentual, 62,2% de estudantes com desempenho adequado, é para o grupo com as variáveis associadas ao não uso de sistema de visualização (analógico). E o maior percentual, 25,1% de estudantes, é para o grupo com as variáveis associadas ao uso de sistema de visualização (analógico) simbólico, que foi maior do que, o percentual de 12,7% de variáveis associadas ao uso de sistema de visualização (analógico) icônico.

Tabela 38. *As interações entre as variáveis: desempenho e sistema de visualização (analógica) para os problemas do IPM de 5 a 8.*

	Problema 5 *Quadros*		**Problema 6** *Carpinteiro*		**Problema 7** *Campo*		**Problema 8** *Amigos*	
Rep. Analog	**Inad.**	**Adeq**	**Inad.**	**Adeq**	**Inad.**	**Adeq**	**D Inad.**	**D. Adeq**
Não Usa	**165**	45	**71**	219	**149**	23	108	239
Perc	**66,3%**	36,9%	**74,0%**	**75,3%**	**62,1%**	25,3%	97,3%	**90,9%**
V.Icônico.	1	1	0	4	8	2	1	7
Perc..	,4%	,8%	,0%	1,4%	3,3%	2,2%	,9%	2,7%
V.Simbólico	83	76	25	68	83	66	2	17
Perc.	33,3%	**62,3%**	26,0%	23,4%	34,6%	**72,5%**	1,8%	6,5%
χ^2	28,777 2	***p*=0,000**	1,551 2	***p*=0,461**	38,589 2	***p*=0,000**	4,818 ***2***	***p*=0,090**
V de Cramer	0,279	***p=0,000***	0,126	***p*=0,461**	0,341	***p*=0,000**	*0,113*	***p*=0,090**

Na Tabela 38, observa-se que para o problema 5, existe associação entre desempenho e o uso de sistema de representação analógica dos estudantes. Para o valor do χ^2 = 28,777, o grau de liberdade é igual a 2 e a probabilidade associada é ***p* = 0,000<0,05.** Os resultados sugerem que existe relacionamento entre a variação do desempenho e a variação do registro de representação analógico dos alunos. O teste V de Cramer obtido foi 0,279,

aproximadamente 8% das variações das frequências do desempenho pode ser explicada pela variação do uso do registro analógico.

O maior percentual, 66,3% dos estudantes com desempenho inadequado, é para o grupo com as variáveis associadas ao não uso de sistema de visualização (analógico). E o maior percentual, 62,3% dos estudantes, é para o grupo com as variáveis associadas ao uso de sistema de visualização (analógico) simbólico, que foi maior do que, o percentual de 0,8% de variáveis associadas ao uso de sistema de visualização (analógico) icônico.

Para o problema 6, não existe associação entre desempenho e o uso de representação analógica pelos alunos. Para o valor do χ^2 = 1,551, o grau de liberdade é igual a 2 e a probabilidade associada é p = 0,461>0,05. Os resultados sugerem que não existe relacionamento entre a variação do desempenho e a variação do sistema de visualização analógica dos alunos para o problema 6.

Para o problema 7, existe associação entre desempenho e o uso de sistema de visualização (analógica) dos estudantes. Para o valor do χ^2 = 38,777, o grau de liberdade é igual a 2 e a probabilidade associada é p = 0,000<0,05. Os resultados sugerem que existe relacionamento entre a variação do desempenho e a variação do registro de representação analógico dos alunos. O teste V de Cramer obtido foi 0,341, aproximadamente 12% das variações das frequências do desempenho pode ser explicada pela variação do uso do registro analógico.

O maior percentual, 62,1% dos estudantes, é para o grupo com as variáveis associadas com não uso de sistema de visualização (analógico). E o maior percentual, 72,5% dos estudantes, é para o grupo com as variáveis associadas ao uso de sistema de visualização (analógico) simbólico, que foi bem superior ao percentual de 2,2% de variáveis associadas ao uso de sistema de visualização (analógico) icônico.

Para o problema 8, não existe associação entre desempenho e o uso de representação analógica pelos alunos. Para o valor do χ^2 = 4,818, o grau de liberdade é igual a 2 e a probabilidade associada é p = 0,09>0,05. Os resultados sugerem que não existe relacionamento entre a variação do desempenho e a variação do sistema de visualização analógico dos alunos para o problema 8.

Tabela 39: As *interações entre as variáveis: desempenho nos problemas do IPM de 9 a 12 e sistema de visualização (analógica)*

	Problema 9 *Pêssegos*		**Problema 10** *Poço*		**Problema 11** *Carona*		**Problema 12** *Molduras*	
Rep. Analog	**Inad.**	**Adeq**	**Inad.**	**Adeq**	**D Inad.**	**Adeq**	**Inad.**	**Adeq**
Não Usa	125	55	**165**	11	123	164	171	28
Perc	**70,6%**	38,2%	**59,4%**	36,7%	95,3%	**78,5%**	73,7%	**53,8%**
V.Icônico.	9	7	65	13	2	15	5	3
Perc..	5,1%	4,9%	23,4%	**43,3**%	1,6%	7,2%	2,2%	5,8%
V.Simbólico	43	82	48	6	4	30	56	21
Perc.	24,3%	**56,9%**	17,3%	20,0%	3,1%	14,4%	24,1%	40,4%
χ^2	36,635 1 ***p*=0,000**		6,811 2 ***p*=0,033**		17,740 2 ***p*=0,000**		8,496 ***2*** ***p*=0,014**	
V de Cramer	0,338	***p*=0,000**	0,149	***p*=0,033**	0,229	***p*=0,000**	*0,173*	***p*=0,014**

Na Tabela 39, observa-se que para o problema 9, existe associação entre desempenho e o uso de sistema de visualização (analógica) pelos estudantes. Para o valor do $\chi^2 = 36{,}635$, o grau de liberdade é igual a 2 e a probabilidade associada é p=0,000<0,05. Os resultados sugerem que existe relacionamento entre a variação do desempenho e a variação do registro de representação analógico dos alunos. O teste V de Cramer obtido foi 0,338, aproximadamente 11,5% das variações das frequências do desempenho pode ser explicada pela variação do uso do registro analógico.

O maior percentual, 70,6% dos estudante, é para o grupo com as variáveis associadas: desempenho inadequado e não uso de sistema de visualização (analógico). E o maior percentual, 56,9% de estudantes com desempenho adequado, é para o grupo com as variáveis associadas ao uso de sistema de visualização (analógico) simbólico, que foi superior ao percentual de 4,9% de variáveis associadas ao uso de sistema de visualização (analógico) icônico.

Para o problema 10 existe associação entre desempenho e o uso de sistema de visualização (analógica) pelos alunos. Para o valor do $\chi^2 = 6{,}811$, o grau de liberdade é igual a 2 e a probabilidade associada é p=0,033<0,05. Os resultados sugerem que existe relacionamento entre a variação do desempenho e a variação do registro de representação analógico dos alunos. O teste V de Cramer obtido foi 0,149, aproximadamente 2,5% das variações das frequências do desempenho pode ser explicada pela variação do uso do registro analógico.

O maior percentual, 59,4% dos estudantes com desempenho inadequado, é para o grupo com as variáveis associadas ao não uso de sistema de visualização (analógico). E o maior percentual estudantes com desempenho adequado, 43,3% de estudantes, é para o grupo com as variáveis associadas para o uso de sistema de visualização (analógico) icônico, que foi superior ao percentual de 20,0% de variáveis associadas ao uso de sistema de visualização (analógico) simbólico.

Para o problema 11, existe associação entre desempenho e o uso de sistema de visualização (analógica) pelos alunos. Para o valor do $\chi^2 = 17,740$, o grau de liberdade é igual a 2 e a probabilidade associada é p=0,000<0,05. Os resultados sugerem que existe relacionamento entre a variação do desempenho e a variação do registro de representação analógico dos alunos. O teste V de Cramer obtido foi 0,229, aproximadamente 5,2% das variações das frequências do desempenho pode ser explicada pela variação do uso do registro analógico. E o maior percentual estudantes com desempenho adequado, 14,4% dos estudantes, é para o grupo com as variáveis associadas para o uso de sistema de visualização (analógico) simbólico, que foi superior ao percentual de 7,2% de variáveis associadas ao uso de sistema de visualização (analógico) icônico.

O maior percentual, 95,3% dos estudantes, é para o grupo com as variáveis associadas: desempenho inadequado e não uso de sistema de visualização (analógico). E o maior percentual, 14,4% de estudantes, é para o grupo com as variáveis associadas desempenho adequado e uso de sistema de visualização (analógico) icônico,

Para o problema 12, existe associação entre desempenho e o uso de sistema de visualização (analógica) pelos alunos. Para o valor do $\chi^2 = 8,496$, o grau de liberdade é igual a 2 e a probabilidade associada é p=0,014<0,05. Os resultados sugerem que existe relacionamento entre a variação do desempenho e a variação do registro de representação analógico dos alunos. O teste V de Cramer obtido foi 0,173, aproximadamente 3,0% das variações das frequências do desempenho pode ser explicada pela variação do uso do registro analógico.

O maior percentual, 73,7% de estudantes, é para o grupo com as variáveis associadas: desempenho inadequado e não uso de sistema de visualização (analógico). E o maior percentual estudantes com desempenho adequado, 40,4% de estudantes, é para o grupo com as variáveis associadas para o uso de sistema de visualização (analógico) simbólico, que foi

superior ao percentual de 5,8% de variáveis associadas ao uso de sistema de visualização (analógico) icônico.

Tabela 40. *As interações entre as variáveis: desempenho nos problemas do IPM de 13 a 15. e sistema de visualização (analógica)*

	Problema 13 *Geleia*		**Problema 14** *Navio*		**Problema 15** *Fazenda*	
Rep. Analog	**Inad.**	**Adeq**	**Inad.**	**Adeq**	**Inad.**	**Adeq**
Não Usa	**110**	110	**104**	12	**137**	124
Perc.	**83,3%**	65,5%	**55,6%**	29,3%	**94,5%**	86,1%
V. Icônico.	10	21	6	5	2	6
Perc..	7,6%	12,5%	3,2%	12,2%	1,4%	4,2%
V. Simbólico	12	**37**	77	**24**	6	**14**
Perc.	9,1%	**22,0%**	41,2%	**58,5%**	4,1%	**9,7%**
χ^2	12,519 2	***p*=0,002**	12,505 2	***p*=0,002**	5,844 2	***p*=0,000**
V de Cramer	0,204	***p*=0,002**	0,234	***p*=0,002**	0,142	***p*=0,000**

Na Tabela 40, observa-se que para o problema 13, existe associação entre desempenho e o uso de sistema de visualização (analógica) pelos alunos. Para o valor do $\chi^2 = 12{,}519$, o grau de liberdade é igual a 2 e a probabilidade associada é p=0,002<0,05. Os resultados sugerem que existe relacionamento entre a variação do desempenho e a variação do registro de representação analógico dos alunos. O teste V de Cramer obtido foi 0,204, aproximadamente 4,0% das variações das frequências do desempenho pode ser explicado pela variação do uso do registro analógico.

O maior percentual, 83,3% de estudantes, é para o grupo com as variáveis associadas: desempenho inadequado e não uso de sistema de visualização (analógico). E o maior percentual estudantes com desempenho adequado, 22,0% de estudantes, é para o grupo com as variáveis associadas para o uso de sistema de visualização (analógico) icônico, que foi superior ao percentual de 12,5% de variáveis associadas ao uso de sistema de visualização (analógico) simbólico.

Para o problema 14, existe associação entre desempenho e o uso de sistema de visualização (analógica) pelos alunos. Para o valor do $\chi^2 = 12{,}505$, o grau de liberdade é igual a 2 e a probabilidade associada é p=0,002<0,05. Os resultados sugerem que existe relacionamento entre a variação do desempenho e a variação do registro de representação analógico dos alunos. O teste V de Cramer obtido foi 0,234, aproximadamente 5,5% das variações das frequências do desempenho pode ser explicada pela variação do uso do registro analógico.

O maior percentual, 55,6% de estudantes com desempenho inadequado, é para o grupo com as variáveis associadas ao não uso de sistema de visualização (analógico). E o maior percentual estudantes com desempenho adequado, 58,5% de estudantes, é para o grupo com as variáveis associadas para o uso de sistema de visualização (analógico) simbólico, que foi superior ao percentual de 12,2% de variáveis associadas ao uso de sistema de visualização (analógico) icônico.

Para o problema 15, existe associação entre desempenho e o uso de representação analógica pelos alunos. Para o valor do χ^2 = 5,844, o grau de liberdade é igual a 2 e a probabilidade associada é p=0,054>0,05. Os resultados sugerem que não existe relacionamento entre a variação do desempenho e a variação do sistema de visualização analógico dos alunos para o problema 15.

O maior percentual, 94,5% de estudantes com desempenho inadequado, é para o grupo com as variáveis associadas ao não uso de sistema de visualização (analógico). E o maior percentual estudantes com desempenho adequado, 9,7% dos estudantes, é para o grupo com as variáveis associadas para o uso de sistema de visualização (analógico) simbólico, que foi superior ao percentual de 4,2% de variáveis associadas ao uso de sistema de visualização (analógico) icônico.

3.7. As **interações entre a variável do registro de representação (não analógico) e a variável do desempenho.**

Na comparação entre a variável não analógica e a variável do desempenho, pode-se observar que algumas diferenças ocorrem e são geradas informações sobre as relações bivariadas, criando em cada célula da tabela a combinação das categorias nas duas variáveis. Estudam-se nesta análise as formas de desempenho dos alunos resolverem os problemas de matemática do IPM e como essas formas diferem em termos de usarem ou não usarem sistema de visualização analógico. São dadas duas variáveis: o desempenho e o sistema de representação não analógico. A variável do desempenho tem como categorias a escolher: inadequado e adequado. A variável do sistema de representação não analógico tem como categorias a escolher: não usou representação discursiva, representação discursiva verbal, representação discursiva aritmética e usou representação discursiva algébrica.

As três tabelas são tabelas de contingência de ordem 2x4 que informam em quais grupos de estudantes existem relação entre a variável de desempenho e representação analógica. Oito grupos são apresentados nas células das tabelas que apresentam as informações das variáveis cruzadas para cada um dos problemas do IPM.

Tabela 41. As *interações entre as variáveis: desempenho dos problemas do IPM 1, 5, 6 e 7 e os registros de representação discursivo (não analógica).*

	Problema 1 *Árvores*		**Problema 5** *Quadrado*		**Problema 6** *Carpinteiro*		**Problema 7** *Campo*	
Rep. Não Analog	**Inad.**	**Adeq**	**Inad.**	**Adeq.**	**Inad.**	**Adeq**	**Inad.**	**Adeq**
Não Usa	3	0	1	0	0	1	1	0
Perc.	,9	,0	,4	,0	,0	,3	,4	,0
D. verbal.	124	55	170	59	45	75	113	36
Perc..	37,5	**83,3**	68,3	**48,4**	46,9	25,8	**47,1**	39,6
D. aritmético	165	9	77	41	50	212	114	39
Perc.	**49,8**	13,6	30,9	33,6	52,1	**72,9**	**47,5**	**42,9**
D. algébrico	39	2	1	22	1	3	12	16
%.	11,8	3,0	,4	18,0	1,0	1,0	5,0	17,6
χ^2	46,824 3	***p*=0,000**	46,993 3	***p*=0,000**	15,296 3	***p*=0,002**	13,865 3	***p*=0,003**
V de Cramer	0,343	***p*=0,000**	0,356	***p*=0,000**	0,199	***p*=0,002**	0,205	***p*=0,003**

Na Tabela 41, estão apresentados apenas os problemas 1, 5, 6 e 7 que apresentaram diferenças com significância estatística. Para o problema 1, existe associação entre desempenho e o uso da representação discursiva (ou não analógica) pelos alunos. Para o valor do χ^2 = 46,824, o grau de liberdade é igual a 3 e a probabilidade associada é p=0,000<0,05. Os resultados sugerem que existe relacionamento entre a variação do desempenho e a variação do registro de representação não analógico dos alunos. O teste V de Cramer obtido foi 0,343, aproximadamente 11,77% das variações das frequências do desempenho pode ser explicada pela variação do uso do registro não analógico. Nos grupos com desempenhos adequados, 83,1% dos participantes usaram registro de representação discursivo verbal; 13,6% dos participantes usaram registro de representação discursivo aritmético e apenas 3% discursivo algébrico. Entretanto, observa-se um percentual 49,% de participantes com desempenho inadequado, usando registro de representação aritmético e 11,8 usando registro de representação algébrico.

Para o problema 5, existe associação entre desempenho e o uso da representação discursiva (ou não analógica) pelos alunos. Para o valor do χ^2 = 46,993, o grau de liberdade é igual a 3 e a probabilidade associada é p=0,000<0,05. Os resultados sugerem que existe

relacionamento entre a variação do desempenho e a variação do registro de representação não analógico dos alunos. O teste V de Cramer obtido foi 0,356, aproximadamente 12,67% das variações das frequências do desempenho pode ser explicada pela variação do uso do registro não analógico. Nos grupos com desempenhos adequados, 48,4% dos participantes usaram registro de representação discursivo verbal; 33,6% dos participantes usaram registro de representação discursivo aritmético e apenas 18,0% discursivo algébrico. Entretanto, observa-se um percentual 49,% de participantes com desempenho inadequado, usando registro de representação aritmético e 11,8 usando registro de representação algébrico.

Para o problema 6, existe associação entre desempenho e o uso da representação discursiva (ou não analógica) pelos alunos. O valor do $\chi^2 = 15,296$; o grau de liberdade é igual a 3 e a probabilidade associada é $p=0,002<0,05$. Os resultados sugerem que existe relacionamento entre a variação do desempenho e a variação do registro de representação não analógico dos alunos. O teste V de Cramer obtido foi 0,199, aproximadamente 4,00% das variações das frequências do desempenho pode ser explicada pela variação do uso do registro não analógico. Nos grupos com desempenhos adequados, 46,9% dos participantes usaram registro de representação discursivo verbal; 52,1% dos participantes usaram registro de representação discursivo aritmético e apenas 1,0% discursivo algébrico. Entretanto, observa-se um percentual 46,9% de participantes, com desempenho inadequado, usando registro de representação aritmético e 52,1% usando registro de representação algébrico.

Para o problema 7, existe associação entre desempenho e o uso da representação discursiva (ou não analógica) pelos alunos. Para o valor do $\chi^2 = 15,296$, o grau de liberdade é igual a 3 e a probabilidade associada é $p=0,002<0,05$. Os resultados sugerem que existe relacionamento entre a variação do desempenho e a variação do registro de representação não analógico dos alunos. O teste V de Cramer obtido foi 0,199, aproximadamente 4,00% das variações das frequências do desempenho pode ser explicada pela variação do uso do registro não analógico. Nos grupos com desempenhos adequados, 46,9% dos participantes usaram registro de representação discursivo verbal; 52,1% dos participantes usaram registro de representação discursivo aritmético e apenas 1,0% discursivo algébrico. Entretanto, observa-se um percentual, 47,% de participantes, com desempenho inadequado, usando registro de representação aritmético e 47,05 usando registro de representação algébrica foi superior ao adequado.

3.8. As interações entre as variáveis das escalas QVIOE e IPM a partir procedimentos analíticos

O sistema de análise para estudar as interações entre o estilo cognitivo e desempenho no IPM partiu de dois procedimentos estatísticos analíticos: (i) as interações entre as variáveis estilo cognitivo e o desempenho dos estudantes para cada um dos 15 problemas (IPM) e (ii) o teste qui quadrado.

O primeiro procedimento de análise estatística adotado foi através do cruzamento dos dados. Esse procedimento apresenta os dados em forma de tabelas que facilitam o procedimento das análises dos relacionamentos entre as duas variáveis cruzadas. Em contraste com a tabela de frequência, que resume as informações sobre uma variável, as das interações entre as variáveis, geram informações sobre as relações bivariadas, as quais são apresentadas nas células das tabelas.

O segundo procedimento de análise adotado foi o teste χ^2 (qui quadrado) de independência que é realizado para verificar se existe um relacionamento (ou associação) entre as variáveis categóricas, isto é, se existe associação entre o desempenho na resolução dos problemas de uso ou não de representação analógica. Os dados categóricos informam o número de alunos em cada grupo que se forma. Se existir relacionamento, o qui quadrado verifica se a associação é significativa, isto é, verifica se a hipótese nula não é verdadeira quando há significância estatística. Ao contrário, não existe relacionamento significativo entre as variáveis quando essas forem independentes e em consequência a hipótese nula não será verdadeira e será indicada pelo valor da significância estatística dada por $p \geq 0{,}05$.

A seguir serão apresentadas análises que resultaram do cruzamento entre as variáveis escore baixo, médio e alto nas três subescalas do QVIOE e o desempenho dos estudantes na resolução do problemas da escala IPM que foram agrupados em três grupos de cinco problemas apresentados nas tabelas: 36, 37 e 38.

3.8.1. As interações entre estilo cognitivo e desempenho dos estudantes - problema 1 a 5

Os cinco problemas de 1 a 5 da escala IPM apresentaram variação no número de estudantes que participaram da investigação: no problema 1, 397 participantes, 331,

correspondendo a 83,38% dos participantes, apresentaram abordagens inadequadas e apenas 66 participantes, correspondendo a 16,62%, apresentaram abordagens adequadas; no problema 2, 358 participantes, 111 correspondendo a 31,11% dos participantes apresentaram desempenho inadequado e apenas 247 participantes, correspondendo a 68,99%, apresentaram desempenho adequado. No problema 3, 363 participantes, 149 correspondendo a 41,05% dos participantes apresentaram desempenho inadequado e 214 participantes, correspondendo a 58,95%, apresentaram desempenho adequado. No problema 4, 376 participantes, 85 correspondendo a 22,61% dos participantes, apresentaram abordagens inadequadas e 291 participantes, correspondendo a 77,39%, apresentaram abordagens adequadas. No problema 5, 371 participantes, 249 correspondendo a 67,12% dos participantes apresentaram abordagens inadequadas e 122 participantes, correspondendo a 32,88% apresentaram abordagens adequadas.

Tabela 42. As *interações entre os estilos cognitivos e desempenho nos Problema 1 a 5.*

	Des	**Imagem Objeto**			**Imagem Espacial**			**Verbal**		
		Baixo	Médio	Alto	Baixo	Médio	Alto	Baixo	Médio	Alto
Problema 1 Árvores	Inadeq.	50	227	54	63	218	50	50	229	52
	%	**78,1**	**87,0**	**75,0**	**80,8**	**83,8**	**84,7**	**80,6**	**83,0**	**88,1**
	Adeq.	14	34	18	15	42	9	12	47	7
	%	**21,9**	**13,0**	**25,0**	**19,2**	**16,2**	**15,3**	**19,4**	**17,0**	**11,9**
	Total	64	261	72	78	260	59	62	276	59
	Qui-Quadrado	χ^2 = 7,354	g.l. 2	***p* = 0,025**	χ^2 =0,504	g.l. 2	*p* = 0,777	χ^2 = 1,331	g.l. 2	*p* = 0,514
Problema 2 Balança	Inadeq.	25	75	11	29	70	12	20	71	20
	%	43.1	31.4	18.0	42.6	29.3	23.5	37.7	28.3	37.0
	Adeq.	33	164	50	39	169	39	33	180	34
	%	**56,9**	**68,6**	**82,0**	**57,4**	**70,7**	**76,5**	**62.3**	**71,7**	**63.0**
	Total	58	239	61	68	239	51	53	251	54
	Qui-quadrado	χ^2=8,783	g.l. 2	***p* = 0,012**	χ^2 =5,970	g.l. 2	***p* = 0,051**	χ^2 =2,908	g.l. 2	*p* = 0,234
Problema 3 Balão	Inadeq%	24	103	22	33	100	16	21	102	26
		40.0	43.5	33.3	47.1	41.3	31.4	35.0	41.0	48.1
	Adeq.	36	134	44	37	142	35	39	147	28
	%	60,0	56,5	66,7	52,9	58,7	**68,6**	65,0	59,0	51,9
	Total	60	237	66	70	242	51	60	249	54
	Qui-Quadrado	χ^2=2,220	g.l. 2	*p* = 0,330	χ^2 =3,055	g.l. 2	*p* =0,217	χ^2=2,033	g.l. 2	*p* = 0,362
Problema 4 Corrida	Inad.	20	53	12	17	60	8	17	57	11
	%	**32,3**	**21,8**	**16,9**	**24,6**	**23,9**	**14,3**	**29,3**	**21,8**	**19,6**
	Adeq.	42	190	59	52	191	48	41	205	45
	%	**67,7**	**78,2**	**83,1**	**75,4**	**76,1**	**85,7**	**70,7**	**78,2**	**80,4**
	Total	62	243	71	69	251	56	58	262	56
	Qui-Quadrado	χ^2=4,710	g.l. 2	*p* = 0,095	χ^2=2,620	g.l. 2	*p* =0,270	χ^2=1,879	g.l. 2	*p* = 0,391
Problema 5 Quadrado	Inadeq.	37	167	45	46	165	38	32	180	37
	%	**61,7**	**69,3**	**64,3**	**64,8**	**67,3**	**69,1**	**58,2**	**69,2**	**66,1**
	Adeq.	23	74	25	25	80	17	23	80	19
	%	**38,3**	**30,7**	**35,7**	**35,2**	**32,7**	**30,9**	**41,8**	**30,8**	**33,9**
	Total	60	241	70	71	245	55	55	260	56
	Qui-quadrado	χ^2=1,580	g.l. 2	*p* = 0,454	χ^2=0,277	g.l. 2	*p* =0,871	χ^2=2,544	g.l. 2	*p* =0,280

Na Tabela 42, estão representadas as interações entre os resultados dos estudantes nas três subescalas agrupados por média (baixa, média e alta) com o desempenho nos problemas de 1 a 5 na escala IPM.

As interações para o *problema 1* no grupo com pontuação alta na escala imagem objeto e desempenho adequado representam 25% dos estudantes. Esse foi o maior percentual em relação aos grupos de estudantes (pontuação média e pontuação baixa) com desempenho adequado. O teste apresenta um valor de χ^2 = 7,345, com 2 graus de liberdade. A hipótese nula foi rejeitada para um nível de significância ρ =0,025<0,05. Portanto, existe diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado para o problema 1 aparece para os participantes com pontuação alta, média e baixa na subescala imagem espacial.

O grupo com pontuação alta na escala imagem espacial e desempenho adequado representaram, 15,3% dos estudantes, o menor percentual em relação aos outros grupos. O teste do Qui quadrado apresenta um valor de χ^2 = 0,504, com 2 graus de liberdade. A hipótese nula não foi rejeitada para um nível de significância ρ =0,777 > 0,05. Portanto, não existe diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado, para o problema 1, aparece para os participantes com pontuação alta, média e baixa na subescala imagem espacial.

O grupo com pontuação baixa na escala verbal e o desempenho adequado representaram, 11,9% dos estudante, o menor percentual em relação aos grupos. O teste do Qui quadrado apresenta um valor de χ^2 = 1,331, com 2 graus de liberdade. A hipótese nula não foi rejeitada para um nível de significância ρ =0,514>0,05. Portanto, existe diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado, para o problema 1, aparece para os participantes com pontuação alta, média e baixa na subescala verbal.

As interações para o *problema 2* no grupo com pontuação alta na escala imagem objeto e desempenho adequado representam 82% dos estudantes. Esse foi o maior percentual em relação aos grupos de estudantes com pontuação média e pontuação baixa. O teste apresenta um valor de χ^2 = 8,783, com 2 graus de liberdade. A hipótese nula foi rejeitada para um nível de significância ρ =0,012<0,05. O teste indicou a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado para o problema 2 aparece para os participantes com pontuação alta, média e baixa na subescala imagem espacial.

O grupo com pontuação alta na escala imagem espacial e o desempenho adequado representaram, 76,5% dos estudantes, o maior percentual em relação aos outros grupos. O teste do Qui quadrado apresenta um valor de $\chi^2 = 5,970$, com 2 graus de liberdade. A hipótese nula não foi rejeitada para um nível de significância $\rho = 0,051 > 0,05$. O teste não indicou a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado para o problema 2 aparece para os participantes com pontuação alta, média e baixa na subescala imagem espacial.

O grupo com pontuação alta na escala verbal e o desempenho adequado representaram, 63,0% dos estudantes, o menor percentual em relação aos outros grupos de participantes. O teste do Qui quadrado apresenta um valor de $\chi^2 = 2,908$, com 2 graus de liberdade. A hipótese nula não foi rejeitada para um nível de significância $\rho = 0,514 > 0,05$. O testes não indicou a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado para o problema 1 aparece para os participantes com pontuação alta, média e baixa na subescala verbal.

As interações para o *problema 3* no grupo com pontuação alta na escala imagem objeto e desempenho adequado representaram 66,7% dos estudantes na escala IPM. Esse foi maior percentual em relação aos outros grupos de participantes. O teste do Qui quadrado não indicou a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação alta na subescala imagem objeto em relação aos participantes com pontuação média e baixa ($\chi 2 = 2,220$; g.l. = 2; p=0,330 >0,05).

As interações no grupo com pontuação alta na escala imagem espacial e o desempenho adequado representaram, 68,6% dos estudantes, o maior percentual em relação aos outros grupos de participantes. O teste do Qui quadrado não indicou, também, a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação alta na subescala imagem espacial em relação aos participantes com pontuação média e baixa ($\chi 2 = 3,055$; g.l. = 2; p=0,217 < 0,05).

O grupo com pontuação média na escala verbal e o desempenho adequado representaram 71,7% dos estudantes. O teste do Qui-quadrado não indica a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação baixa na subescala imagem espacial e subescala verbal em relação aos participantes com pontuação alta e média (χ^2=2,033; g.l. 2; p = 0,362)

As interações para o *problema 4* no grupo com pontuação alta na escala imagem objeto e desempenho adequado representaram, 83,1% dos estudantes, o maior percentual em relação aos grupos de estudantes com pontuação média e pontuação baixa. O teste do Qui quadrado não indicou a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação alta na subescala imagem objeto em relação aos participantes com pontuação média e baixa ($\chi 2$ = 4,710; g.l. = 2; p=0,095 >0,05).

O grupo com pontuação alta na escala imagem objeto e desempenho adequado representaram, 85,7% dos estudantes, o maior percentual em relação aos grupos de estudantes com pontuação média e pontuação baixa. O teste do Qui-quadrado não indicou, também, a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação alta na subescala imagem espacial em relação aos participantes com pontuação média e baixa ($\chi 2$ = 2,620; g.l. = 2; p=0,270 < 0,05).

O grupo com pontuação média na escala verbal e desempenho adequado representaram, 80,4% dos estudantes, o maior percentual em relação aos grupos de estudantes com pontuação média e pontuação baixa. O teste do Qui-quadrado não indica a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação baixa na subescala imagem espacial e subescala verbal em relação aos participantes com pontuação alta e média (χ^2=1,879; g.l. 2; p = 0,391).

As interações para o *problema 5* no grupo com pontuação baixa na escala imagem objeto e desempenho adequado representam 38,3% dos estudantes. Esse foi o maior percentual em relação aos grupos de estudantes com pontuação média e pontuação baixa. O teste do Qui quadrado não indicou a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação baixa na subescala imagem objeto em relação aos participantes com pontuação alta e média ($\chi 2$ = 1,580; g.l. = 2; p=0,454 >0,05).

O grupo com pontuação alta na escala imagem espacial e desempenho adequado representaram 35,2% dos estudantes, o percentual médio em relação aos grupos de estudantes com pontuação média e pontuação baixa. O teste do Qui-quadrado não indicou, também, a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação alta na subescala imagem espacial em relação aos participantes com pontuação média e baixa ($\chi 2$ = 2,620; g.l. = 2; p=0,270 < 0,05).

O grupo com pontuação baixa na escala verbal e desempenho adequado representaram, 41,8% dos estudantes, o maior percentual em relação aos grupos de estudantes com pontuação média e pontuação alta. O teste do Qui-quadrado não indica a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação baixa na subescala imagem espacial e subescala verbal em relação aos participantes com pontuação alta e média (χ^2=2,544; g.l. 2; p = 0,280).

3.8.2. As interações entre estilo cognitivo e desempenho dos estudantes - problema 6 a 10

No problema 6 da escala IPM, 387 estudantes, 96 correspondendo a 24,80% dos participantes, apresentaram abordagens inadequadas e 122 participantes, correspondendo a 75,19% apresentaram abordagens adequadas.

No problema 7 da escala IPM, 331 participantes, 240 correspondendo a 75,5% dos participantes apresentaram abordagens inadequadas e 91 participantes, correspondendo a 27,49%, apresentaram abordagens adequadas. No problema 8 da escala IPM, 374 estudantes, 111 correspondendo a 29,68% dos participantes apresentaram abordagens inadequadas, e 263 participantes, correspondendo a 70,32%, apresentaram abordagens adequadas.

No problema 9 da escala IPM, 321 estudantes, 177 correspondendo a 55,14% dos participantes apresentaram abordagens inadequadas e 144 estudantes, correspondendo a 44,86%, apresentaram abordagens adequadas.

No problema 10 da escala IPM, 308 participantes, 278 correspondendo a 90,26% dos participantes apresentaram abordagens inadequadas e 30 participantes, correspondendo a 9,74%, apresentaram abordagens adequadas.

Tabela 43. As *interações entre os estilos cognitivos e desempenho nos Problema 6 a 10.*

	Des	**Imagem Objeto**			**Imagem Espacial**			**Verbal**		
		Baixo	Médio	Alto	Baixo	Médio	Alto	Baixo	Médio	Alto
Problema 6 Carpinteiro	Inadeq.	12	67	17	25	56	15	14	63	19
	%	19,0	26,6	23,6	32,5	22,3	25,4	23,3	23,5	32,2
	Adeq.	51	185	55	52	195	44	46	205	40
	%	**81,0**	73,4	76,4	67,5	77,7	74,6	76,7	76,5	67,8
	Total	63	252	72	77	251	59	60	268	59
	Qui-Quadrado	χ^2=1,604	g.l. 2	p = 0,448	χ^2=3,273	g.l. 2	p =0,195	χ^2=2,043	g.l. 2	p =0,360
Problema 7 Amigos	Inadeq.	41	157	42	52	161	27	35	166	39
	%	75,9	74,1	64,6	85,2	72,9	55,1	64,8	73,5	76,5
	Adeq.	13	55	23	9	60	22	19	60	12
	%	24,1	25,9	35,4	14,8	27,1%	44,9	35,2	26,5	23,5
	Total	54	212	65	61	221	49	54	226	51
	Qui-quadrado	χ^2=2,603	g.l. 2	p = 0,272	χ^2=12,425	g.l. 2	***p* =0,002**	χ^2=2,106	g.l. 2	p =0,349
Problema 8 Amigos	Inadeq	18	82	11	22	73	16	18	78	15
	%	30,0	33,7	15,5	31,0	29,4	29,1	32,7	29,4	27,8
	Adeq.	42	161	60	49	175	39	37	187	39
	%	70,0	66,3	84,5	69,0	70,6	70,9	67,3	70,6	72,2
	Total	60	243	71	71	248	55	55	265	54
	Qui-Quadrado	χ^2=8,774	g.l. 2	***p* = 0,012**	χ^2=0,074	g.l. 2	p =0,964	χ^2=0,346	g.l. 2	p =0,841
Problema 9 Pêssego	Inad.	30	117	30	38	114	25	27	120	30
	%	57.7%	56.5%	48.4%	67.9%	53.3%	49.0%	52.9%	54.8%	58.8%
	Adeq.	22	90	32	18	100	26	24	99	21
	%	42.3%	43.5%	51.6%	32.1%	46.7%	51.0%	47.1%	45.2%	41.2%
	Total	52	207	62	56	214	51	51	219	51
	Qui-Quadrado	χ^2=1,440	g.l. 2	p = 0,487	χ^2=4,736	g.l. 2	p =0,094	χ^2=0,390	g.l. 2	p =0,823
Problema 10 Poço	Inadeq.	43	177	58	59	178	41	43	185	50
	%	**91.5%**	**89.8%**	**90.6%**	**98.3%**	**87.7%**	**91.1%**	**87.8%**	**88.9%**	**98.0%**
	Adeq.	4	20	6	1	25	4	6	23	1
	%	**8.5%**	**10.2%**	**9.4%**	**1.7%**	**12.3%**	**8.9%**	**12.2%**	**11.1%**	**2.0%**
	Total	47	197	64	60	203	45	49	208	51
	Qui-quadrado	χ^2=0,129	g.l. 2	p = 0,938	χ^2=6,017	g.l. 2	***p* =0,049**	χ^2=4,271	g.l. 2	p =0,118

Na Tabela 43 apresenta-se as interações do resultado dos participantes agrupados por média (baixa, média e alta) nas três subescalas do QVIOE com o desempenho no problema 6 a 10 da escala IPM.

As interações para o *problema 6* no grupo com pontuação alta na escala imagem objeto e desempenho adequado foram mais frequentes relativamente ao grupo de estudantes com pontuação baixa, correspondendo a 81,0%. O teste do Qui quadrado não indicou a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação baixa na subescala imagem objeto em relação aos participantes com pontuação alta e média ($\chi 2$ = 1,604; g.l. = 2; p=0,448 >0,05). Na subescala imagem espacial, as abordagens adequadas aos problemas foram mais frequentes,

correspondendo a 74,6%, ao grupo de participante com pontuação alta. O teste do Qui quadrado não indicou, também, a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação alta na subescala imagem espacial em relação aos participantes com pontuação média e baixa ($\chi 2$ = 3,273; g.l. = 2; p=0,195 < 0,05).

Observa-se que, para a subescala verbal, abordagens adequadas aos problemas foram mais frequentes, correspondendo a 76,7% ao grupo de participantes com pontuação baixa. O teste do Qui-quadrado não indica a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação baixa na subescala imagem espacial e subescala verbal em relação aos participantes com pontuação alta e média (χ^2=2,043; g.l. 2; p = 0,360).

As interações para o *problema 7* no grupo com pontuação alta na escala imagem objeto e desempenho adequado foram mais frequentes, correspondendo a 35,4%, ao grupo de participante com pontuação alta. O teste do Qui-quadrado não indicou a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação baixa na subescala imagem objeto em relação aos participantes com pontuação alta e média ($\chi 2$ = 1,604; g.l. = 2; p=0,448 >0,05). Na subescala imagem espacial, as abordagens adequadas aos problemas foram mais frequentes, correspondendo a 44,9%, ao grupo de participante com pontuação alta. O teste do Qui quadrado indicou, também, a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação alta na subescala imagem espacial em relação aos participantes com pontuação média e baixa ($\chi 2$ = 12,425; g.l. = 2; p=0,002 < 0,05).

Observa-se que para a subescala verbal, abordagens adequadas aos problemas foram mais frequentes, correspondendo a 35,2% ao grupo de participantes com pontuação baixa. O teste do Qui quadrado não indica a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação baixa na subescala imagem espacial e subescala verbal em relação aos participantes com pontuação alta e média (χ^2=2,106; g.l. 2; p = 0,349).

As interações para o *problema 8* no grupo com pontuação alta na escala imagem objeto e desempenho adequado foram mais frequentes para o grupo de estudantes com pontuação alta na subescala imagem objeto apresentaram 84,5% de abordagens adequadas para o problema 8. O teste do Qui quadrado indica a existência de diferenças significativas

entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação alta na subescala imagem objeto em relação aos participantes com pontuação baixa e média ($\chi 2 = 8,774$; g.l. = 2; p=0,012<0,05). Os estudantes com pontuação alta na subescala imagem espacial apresentaram 70,9% das abordagens adequadas aos problemas O teste do Qui quadrado não indica, também, a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação alta na subescala imagem espacial em relação aos participantes com pontuação média e baixa ($\chi 2 = 0,074$; g.l. = 2; p=0,964 < 0,05).

Observa-se, também, que os participantes com pontuação alta para a subescala verbal, apresentaram 72,2% de abordagens adequadas ao problema 8. O teste do Qui quadrado não indica a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação baixa na subescala imagem espacial e subescala verbal em relação aos participantes com pontuação alta e média (χ^2=0,346; g.l. 2; p = 0,841).

As interações para o *problema 9* no grupo com pontuação alta na escala imagem objeto e desempenho adequado foram mais frequentes apresentando 56,5% de abordagens adequadas O teste do Qui quadrado não indica a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação alta na subescala imagem objeto em relação aos participantes com pontuação baixa e média ($\chi 2 = 1,440$; g.l. = 2; p=0,487<0,05).

Os estudantes com pontuação alta na subescala imagem espacial apresentaram 41,2% das abordagens adequadas aos problemas O teste do Qui quadrado não indica, também, a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação alta na subescala imagem espacial em relação aos participantes com pontuação média e baixa ($\chi 2 = 4,736$; g.l. = 2; p=0,094 < 0,05).

Observa-se que os estudantes com pontuação alta para a subescala verbal, apresentaram 72,2% de abordagens adequadas ao problema 9. O teste do Qui quadrado não indica a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação baixa na subescala imagem espacial e subescala verbal em relação aos participantes com pontuação alta e média (χ^2=0,390; g.l. 2; p = 0,823).

As interações para o *problema 10* no grupo com pontuação alta na escala imagem objeto e desempenho adequado foram mais frequentes, pois apresentaram 9,4% de abordagens adequadas para o problema 10. O teste do Qui quadrado não indica a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação alta na subescala imagem objeto em relação aos participantes com pontuação baixa e média ($\chi 2 = 0,129$; g.l. = 2; p=0,938>0,05).

Os participantes com pontuação alta na subescala imagem espacial apresentaram 8,9% das abordagens adequadas aos problemas. O teste do Qui quadrado indica, também, a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação alta na subescala imagem espacial em relação aos participantes com pontuação média e baixa ($\chi 2 = 6,017$; g.l. = 2; p=0,049 < 0,05).

Observa-se que os participantes com pontuação alta para a subescala verbal, apresentaram apenas 2,0% de abordagens adequadas ao problema 10. O teste do Qui-quadrado não indica a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação baixa na subescala imagem espacial e subescala verbal em relação aos participantes com pontuação alta e média (χ^2=4,271; g.l. 2; p = 0,118).

3.8.3. As interações entre estilo cognitivo e desempenho dos estudantes - problema 11 a 15

No problema 11 da escala IPM, 338 participantes, 129 correspondendo a 38,17% dos participantes apresentaram abordagens inadequadas e 144 participantes, correspondendo a 42,60%, apresentaram abordagens adequadas.

No problema 12 da escala IPM, 282 participantes, 232 correspondendo a 82,27% dos participantes apresentaram abordagens inadequadas e 52 participantes, correspondendo a 18,44%, apresentaram abordagens adequadas.

No problema 13 da escala IPM, 300 participantes, 132 correspondendo a 44,0% dos participantes, apresentaram abordagens inadequadas e 168 participantes, correspondendo a 56,0%, apresentaram abordagens adequadas.

No problema 14 da escala IPM, 228 estudantes, 187 correspondendo a 82,0% dos participantes apresentaram abordagens inadequadas e 41 estudantes, correspondendo a 17,9%, apresentaram abordagens adequadas.

No problema 15 da escala IPM, 289 estudantes, 145 correspondendo a 50,2% dos participantes apresentaram abordagens inadequadas e 144 estudantes, correspondendo a 49,8%, apresentaram abordagens adequadas.

Tabela 44. As *interações entre os estilos cognitivos e desempenho nos Problema 11 a 15.*

	Des	**Imagem Objeto**			**Imagem Espacial**			**Verbal**		
		Baixo	Médio	Alto	Baixo	Médio	Alto	Baixo	Médio	Alto
Problema 11 Carona	Inadeq.	21	89	19	33	76	20	20	82	27
	%	39.6%	40.8%	28.4%	50.8%	34.7%	37.0%	40.0%	35.2%	49.1%
	Adeq.	32	129	48	32	143	34	30	151	28
	%	**60.4%**	**59.2%**	**71.6%**	**49.2%**	**65.3%**	**63.0%**	**60.0%**	**64.8%**	**50.9%**
	Total	53	218	67	65	219	54	50	233	56
	Qui-Quadrado	χ^2=3,432	g.l. 2	*p* = 0,180	χ^2=5,517	g.l. 2	*p* =0,063	χ^2=3,725	g.l. 2	*p* =0,155
Problema 12 Molduras	Inadeq.	36	149	47	47	154	31	37	155	40
	%	78.3%	83.2%	79.7%	87.0%	83.2%	68.9%	82.2%	80.7%	85.1%
	Adeq.	10	30	12	7	31	14	8	37	7
	%	21.7%	16.8%	20.3%	13.0%	16.8%	31.1%	17.8%	19.3%	14.9%
	Total	46	179	59	54	185	45	45	192	47
	Qui-quadrado	χ^2=0,812	g.l. 2	*p* = 0,666	χ^2=6,261	g.l. 2	***p* =0,044**	χ^2=0,494	g.l. 2	*p* =0,781
Problema 13 Geleia	Inadeq	26	85	21	29	84	19	21	87	24
	%	55.3%	44.5%	33.9%	51.8%	42.2%	42.2%	45.7%	43.1%	46.2%
	Adeq.	21	106	41	27	115	26	25	115	28
	%	44.7%	55.5%	**66.1%**	48.2%	57.8%	57.8%	54.3%	56.9%	53.8%
	Total	47	191	62	56	199	45	46	202	52
	Qui-Quadrado	χ^2=5,045	g.l. 2	*p* = 0,080	χ^2=1,694	g.l. 2	*p* =0,429	χ^2=0,220	g.l. 2	*p* =0,896
Problema 14 Navio	Inad.	39	109	39	37	120	30	27	121	39
	%	92.9%	79.6%	79.6%	90.2%	81.1%	76.9%	75.0%	82.9%	84.8%
	Adeq.	3	28	10	4	28	9	9	25	7
	%	**7,1%**	**20,4%**	**20,4%**	**9,8%**	**18,9%**	**23,1%**	**25,0%**	**17,1%**	**15,2%**
	Total	42	137	49	41	148	39	36	146	46
	Qui-Quadrado	χ^2=4,102	g.l. 2	*p* = 0,129	χ^2=2,656	g.l. 2	*p* =0,265	χ^2=1,514	g.l. 2	*p* =0,469
Problema 15 Fazenda	Inadeq.	25	92	28	28	95	22	21	92	32
	%	51.0%	51.1%	46.7%	50.0%	50.3%	50.0%	46.7%	47.9%	61.5%
	Adeq.	24	88	32	28	94	22	24	100	20
	%	49.0%	48.9%	53.3%	50.0%	49.7%	50.0%	53.3%	52.1%	38.5%
	Total	49	180	60	56	189	44	45	192	52
	Qui-quadrado	χ^2=0,373	g.l. 2	*p* = 0,830	χ^2=0,002	g.l. 2	*p* =0,999	χ^2=3,299	g.l. 2	*p* =0,192

Na Tabela 44, estão representadas as interações entre os resultados dos estudantes nas três subescalas agrupados por média (baixa, média e alta) com o desempenho nos problemas de 11 a 15 na escala IPM.

As interações para o *problema 11* no grupo com pontuação alta na escala imagem objeto e desempenho adequado foram mais frequentes, pois apresentaram 71,6% de abordagens adequadas. O teste do Qui quadrado não indica a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação alta na subescala imagem objeto em relação aos participantes com pontuação baixa e média ($\chi 2 = 3,432$; g.l. = 2; p=0,180>0,05).

Os participantes com pontuação alta na subescala imagem espacial apresentaram 63,0% das abordagens adequadas aos problemas O teste do Qui quadrado não indica, também, a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação alta na subescala imagem espacial em relação aos participantes com pontuação média e baixa ($\chi 2 = 5,517$; g.l. = 2; p=0,063 < 0,05).

Observa-se que os participantes com pontuação alta para a subescala verbal, apresentaram 60,0% de abordagens adequadas ao problema 11. O teste do Qui-quadrado não indica a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação baixa na subescala imagem espacial e subescala verbal em relação aos participantes com pontuação alta e média (χ^2=3,725; g.l. 2; p = 0,155).

As interações para o *problema 12* no grupo com pontuação alta na escala imagem objeto e desempenho adequado foram mais frequentes, para os estudantes com pontuação alta na subescala imagem objeto apresentaram 20,3% de abordagens adequadas. O teste do Qui quadrado não indica a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação alta na subescala imagem objeto em relação aos participantes com pontuação baixa e média ($\chi 2 = 0,812$; g.l. = 2; p=0,666>0,05).

Os estudantes com pontuação alta na subescala imagem espacial apresentaram 31,1% das abordagens adequadas aos problemas O teste do Qui-quadrado indica, também, a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação alta na subescala imagem espacial em relação aos participantes com pontuação média e baixa ($\chi 2 = 6,261$; g.l. = 2; p=0,044< 0,05).

Observa-se que os estudantes com pontuação alta para a subescala verbal, apresentaram 1490% de abordagens adequadas ao problema 12. O teste do Qui-quadrado não

indica a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação baixa na subescala imagem espacial e subescala verbal em relação aos participantes com pontuação alta e média (χ^2=0,494; g.l. 2; *p* = 0,781).

As interações para o *problema 13* no grupo com pontuação alta na escala imagem objeto e desempenho adequado foram mais frequentes para os estudantes com pontuação alta na subescala imagem objeto apresentaram 66,1% de abordagens adequadas. O teste do Qui quadrado não indica a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação alta na subescala imagem objeto em relação aos participantes com pontuação baixa e média (χ2 = 5,045; g.l. = 2; *p*=0,080>0,05).

Os estudantes com pontuação alta na subescala imagem espacial apresentaram 57,8% das abordagens adequadas aos problemas. O teste do Qui-quadrado não indica, também, a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação alta na subescala imagem espacial em relação aos participantes com pontuação média e baixa (χ2 = 1,694; g.l. = 2; *p*=0,429>0,05).

Observa-se que os participantes com pontuação alta para a subescala verbal, apresentaram 53,8% de abordagens adequadas ao problema 13. O teste do Qui-quadrado não indica a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação baixa na subescala imagem espacial e subescala verbal em relação aos participantes com pontuação alta e média (χ^2=0,220; g.l. 2; *p* = 0,896).

As interações para o *problema 14* no grupo com pontuação alta na escala imagem objeto e desempenho adequado foram mais frequentes para os estudantes com pontuação alta na subescala imagem objeto apresentaram 20,4% de abordagens adequadas para o problema 14. O teste do Qui quadrado não indica a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação alta na subescala imagem objeto em relação aos participantes com pontuação baixa e média (χ2 = 4,102; g.l. = 2; *p*=0,129>0,05).

Os estudantes com pontuação alta na subescala imagem espacial apresentaram 23,1% das abordagens adequadas aos problemas O teste do Qui quadrado não indica, também, a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado

aparece para os participantes com pontuação alta na subescala imagem espacial em relação aos participantes com pontuação média e baixa ($\chi 2 = 2,656$; g.l. = 2; p=0,265>0,05).

Observa-se que os participantes com pontuação alta para a subescala verbal, apresentaram 15,2% de abordagens adequadas ao problema 14. O teste do Qui quadrado não indica a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação baixa na subescala imagem espacial e subescala verbal em relação aos participantes com pontuação alta e média (χ^2=1,514; g.l. 2; p = 0,469).

As interações para o *problema 15* no grupo com pontuação alta na escala imagem objeto e desempenho adequado foram mais frequentes para grupo de estudantes com pontuação alta na escala imagem objeto apresenta o melhor desempenho com 53,3% dos participantes em relação ao grupo de participantes pontuação na média e pontuação baixa na escala QVIOE. O teste Qui quadrado permite verificar se a diferença apresentada pelo grupo de média alta na escala imagem objeto apresenta melhor desempenho adequado. Adota-se como hipótese nula H_o : os participantes com pontuação alta não apresentam melhor desempenho na resolução do problema 15 e na hipótese alternativa, os participantes com média alta apresentam melhor desempenho. O teste apresenta um valor de χ^2 = 4,102, com 2 graus de liberdade.A hipótese nula não foi rejeitada para um nível de significância ρ =0,129 > 0,05; portanto, o teste não indica a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação alta na subescala imagem objeto em relação aos participantes com pontuação baixa e média.

Na subescala imagem espacial, observa-se que os participantes com pontuação alta e com pontuação baixa apresentaram o mesmo percentual com 50,0% dos participantes apresentado desempenho adequado. Já os participantes com pontuação média apresentaram um percentual inferior mas muito próximo com 49,7% dos participantes apresentando desempenho adequado. O teste do Qui quadrado apresenta um valor de χ^2 = 0,002, com 2 graus de liberdade.A hipótese nula não foi rejeitada para um nível de significância ρ =0,999 > 0,05; portanto, o teste não indica a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação alta na subescala imagem espacial em relação aos participantes com pontuação baixa e média.

Na subescala verbal, observa-se que 53,3% dos participantes apresentaram pontuação baixa e 52,1% dos participantes com pontuação média apresentaram desempenho adequado. Observa-se que os percentuais são bem próximos. Entretanto, observa-se que apenas 38,5 %

dos participantes apresentaram desempenho adequado. O teste do Qui quadrado apresenta um valor de χ^2 = 3,299, com 2 graus de liberdade.A hipótese nula não foi rejeitada para um nível de significância ρ =0,192 > 0,05; portanto, o teste não indica a existência de diferenças significativas entre as frequências com que o desempenho adequado aparece para os participantes com pontuação alta na subescala verbal em relação aos participantes com pontuação baixa e média.

3.9. As interações entre as variáveis das escalas QVIOE e IPM a partir procedimentos multivariados

Sabe-se que essa abordagem analítica utilizada, anteriormente, tem suas limitações para indicar a influência individual de cada uma dessas variáveis para explicar o fenômeno em questão, isto é, não demonstraram significativamente as escolhas e os comportamentos distributivos dos participantes. O sistema de análise para estudar as interações entre o estilo cognitivo e desempenho no IPM partiu de quatro procedimentos estatísticos e multivariados; (iii) a análise da homogeneidade (Homals) das variáveis: estilo cognitivo e desempenho em problemas matemáticos; e (iv) a análise de regressão logística.

Os dois procedimentos de análise a seguir são multivariados. O terceiro procedimento é a análise da homogeneidade (HOMALS) que possibilita um aprofundamento da investigação sobre as relações entre estilos cognitivos em três dimensões e a resolução de problemas matemáticos. A estatística HOMALS, ou análise de homogeneidade, permite uma abordagem analítica multivariada e multifacetada sobre o fenômeno investigado, é uma ferramenta estatística apropriada para trabalhos com variáveis qualitativas (Carvalho, 2004; Sampaio, 2007). Destacam-se os objetivos principais desta análise: (i) detectar se as variáveis podem ser utilizadas para caracterização de grupos de indivíduos com perfil semelhante; (ii) analisar o posicionamento relativo a esses grupos através da identificação das relações de associação ou oposição entre eles e (iii) verificar de que maneira as categorias das variáveis, ou discriminantes, estão relacionados entre si (Sampaio, 2007); (iv) analisar a relação de homogeneidade entre variáveis nominais em duas ou três dimensões (Nobre & Roazzi, 2011). A análise HOMALS pode ser resumida em quatro etapas: (i) identificação da quantidade de dimensões (ou eixos) a ser retida para a análise através da comparação dos autovalores (*eigenvalues*) apresentados por cada uma delas; (ii) identificação dos indicadores que melhor

caracterizam as dimensões, através da comparação entre as medidas discriminatórias de cada variável e os valores próprios das três dimensões. Essas medidas de discriminação são para quantificar a variância explicada pelas variáveis para cada dimensão e, para isso, é necessário que sejam medidas superiores aos autovalores das dimensões para que sejam apontadas como diferenciadoras do grupo de análise (Carvalho, 2004; Sampaio, 2007). (iii) realização da projeção das medidas discriminatórias em planos bidimensionais (cruzamento de duas dimensões). Esses cruzamentos são importantes para interpretar e clarificar o papel que cada uma das dimensões tem para a estruturação do espaço em análise (Carvalho, 2004; Sampaio, 2007). (iv) A análise da representação gráfica observa os seguintes critérios: (i) as variáveis que se encontram muito próxima à origem dos eixos têm menos força para diferenciar os objetos em análise, e ao contrário, as variáveis que se encontram mais distantes a origem dos eixos têm mais força para diferenciar os objetos em análise; (ii) as variáveis que se encontram em diagonais têm poder de discriminação nas duas dimensões projetadas no plano em análise. A leitura dos eixos é feita de cima para baixo e da esquerda para direita, buscando identificar variáveis que se encontram próximas uma das outras.

E, finalmente, o quarto procedimento de análise, a regressão logística, é utilizada para descobrir o efeito de uma variável independente na variável dependente. É possível predizer o quanto a variável y (dependente) irá alterar de valor, se a variável x (independente) for alterada. Neste presente estudo, as Análises de regressão logística são consideradas como variáveis independentes, os escores em cada um dos fatores da escala QVIOE; e como variável dependente, o desempenho em cada um dos problemas do IPM. A regressão fornece uma medida do efeito que os estilos cognitivos têm no desempenho dos alunos em cada um dos problemas do IPM. É possível usar a regressão logística e avaliar o quanto o escore dos estilos pode influenciar o escore da variável desempenho dos alunos em cada problema. A seguir serão apresentadas as análises.

3.9.1 A análise da homogeneidade entre estilo cognitivo e desempenho dos estudantes

Na análise HOMALS, para o presente estudo, as seguintes variáveis foram adotadas como inputs: estilo cognitivo imagem objeto, estilo cognitivo imagem espacial, estilo cognitivo verbal e desempenho na resolução do problema 1 a 15.

3.9.1.1. A comparação dos autovalores (*eigenvalues*).

A identificação da quantidade de dimensões apresentada na tabela resulta da comparação dos autovalores (*eigenvalues)* e a observação da variância explicada pelas duas dimensões. De acordo com o *Fit*, fornecido pela Homals, essas duas dimensões explicam, conjuntamente a variância encontrada em cada problema. Apresenta-se na Tabela 39, apresenta-se a variância explicada para os problemas 2, 3, 7, 10, 11, 12, 14 e 15 foi superior a 60% atingindo o maior valor 62,5% para o problema 14 (navio). A variância explicada para valores menores que 50% foi para os problemas 1,4, 5, 6, 8, 9 e 13 atingindo o menor percentual de 57,5% par ao problema 5 (quadrado).

Tabela 45. As dimensões solicitadas e os autovalores para os problemas de 1 a 15.

Prob.	Dim.	Autovalores	Prob.	Dim.	Autovalores	Prob.	Dim.	Autovalores
1	1 2	0,318 0,264	**6**	1 2	0,320 0,259	**11**	1 2	0,329 0,274
V. E		58,2%	**V. E.**		57,9%	**V. E.**		**60,3%**
2	1 2	0,339 0,267	**7**	1 2	0,342 0,271	**12**	1 2	0,346 0,275
V. E.		**60,2%**	**V. E.**		**61,3%**	**V. E.**		**62,1%**
3	1 2	0,332 0,268	**8**	1 2	0,332 0,253	**13**	1 2	0,340 0,259
V. E.		**60,6%**	**V. E.**		58,5%	**V. E.**		59,9%
4	1 2	0,331 0,247	**9**	1 2	0,333 0,262	**14**	1 2	0,357 0,268
V. E.		57,8%	**V. E.**		59,5%	**V. E.**		**62,5%**
5	1 2	0,323 0,252	**10**	1 2	0,339 0,269	**15**	1 2	0,340 0,271
V. E.		57,5%	**V. E.**		**60,8%**	**V. E.**		**61,1%**

3.9.1.2. A comparação entre as medidas discriminatórias e os valores das dimensões

Na Tabela 40 a seguir, identificam-se os indicadores que melhor caracterizam as dimensões. Para isso foram comparadas as medidas discriminatórias de cada variável com os valores próprios das três dimensões.

O grupo Everb12 relativo às características dos alunos com estilos cognitivos verbais, os que apresentarem preferência por dar explicações verbais, ter fluência acima da média com as palavras, preferência se expressar por texto a gravuras. O código 1 foi atribuído a participantes com características verbais e o código 2 à negação dessas características,

atribuída a participantes "não verbais". O grupo EIObj12 relativo aos alunos com estilos *imagens objetos, os que* preferem focalizar aspectos relacionados ao objeto tais como cores, detalhes, formas e nitidez. O código 1 foi atribuído a participantes com característica imagem espacial e o código 2 à negação dessas características, atribuído a participantes "não imagem espacial". O grupo EIObj12 é relativo aos alunos com estilos *imagens espaciais, os que* preferem se utilizar de imagens para representar e transformar as relações espaciais. O código 1foi atribuído a participantes com características imagem espacial e o código 2 a negação dessas características, atribuído a participantes "não imagem espacial". O grupo IPMdes é relativo ao desempenho dos estudantes. O código 1 foi atribuído aos estudantes com *desempenho adequado* e o código 2 a negação dessas características, atribuído aos participantes com *desempenho inadequado*, a negação do desempenho adequado *não desempenho adequado.*

Tabela 46. As dimensões solicitadas e as *medidas discriminatórias*

Medidas Discriminatórias				**Medidas Discriminatórias**				**Medidas Discriminatórias**			
P	**variáveis**	**Dim.1**	**Dim. 2**	**P**	**variáveis**	**Dim.1**	**Dim. 2**	**P**	**Variáveis**	**Dim.1**	**Dim.2**
1	EVerb12	**0,254**	0,239	**6**	EVerb12	**0,304**	0,195	**11**	EVerb12	0,261	**0,390**
	EIObj12	**0,580**	0,044		EIObj12	**0,534**	0,046		EIObj12	**0,590**	0,039
	EIEsp12	**0,412**	0,007		EIEsp12	**0,426**	0,085		EIEsp12	**0,451**	0,010
	$IPMdes_1$	0,026	**0,766**		$IPMdes_6$	0,016	**0,711**		$IPMdes_{11}$	0,014	**0,650**
2	EVerb12	**0,197**	0,537	**7**	EVerb12	0,164	**0,626**	**12**	EVerb12	0,251	**0,468**
	EIObj12	**0,607**	0,001		EIObj12	**0,506**	0,028		EIObj12	**0,537**	0,018
	EIEsp12	**0,458**	0,012		EIEsp12	**0,532**	0,071		EIEsp12	**0,532**	0,152
	$IPMdes_2$	0,094	**0,515**		$IPMdes_7$	0,168	**0,360**		$IPMdes_{12}$	0,062	**0,460**
3	EVerb12	0,236	0,432	**8**	EVerb12	**0,240**	0,087	**13**	EVerb12	0,247	**0,451**
	EIObj12	**0,551**	0,000		EIObj12	**0,577**	0,015		EIObj12	**0,583**	0,024
	EIEsp12	**0,491**	0,040		EIEsp12	**0,369**	0,194		EIEsp12	**0,482**	0,011
	$IPMdes_3$	0,053	**0,598**		$IPMdes_8$	0,141	**0,718**		$IPMdes_{13}$	0,046	**0,550**
4	EVerb12	0,260	**0,426**	**9**	EVerb12	0,275	**0,457**	**14**	EVerb12	0,285	**0,542**
	EIObj12	**0,503**	0,013		EIObj12	**0,575**	0,001		EIObj12	**0,601**	0,004
	EIEsp12	**0,435**	0,067		EIEsp12	**0,444**	0,083		EIEsp12	**0,509**	0,193
	$IPMdes_4$	0,124	**0,483**		$IPMdes_9$	0,039	**0,507**		$IPMdes_{14}$	0,032	**0,334**
5	EVerb12	**0,301**	0,048	**10**	EVerb12	0,324	**0,331**	**15**	EVerb12	0,319	**0,327**
	EIObj12	**0,547**	0,002		EIObj12	**0,514**	0,053		EIObj12	**0,546**	0,055
	EIEsp12	**0,442**	0,092		EIEsp12	**0,474**	0,199		EIEsp12	**0,481**	0,083
	$IPMdes_5$	0,03	**0,865**		$IPMdes_{10}$	0,045	**0,493**		$IPMdes_{15}$	0,016	**0,603**

Na Tabela 46 os resultados apresentados demonstraram um equilíbrio entre a inclusão das variáveis para as dimensões para os quinze problemas. Para os problemas 1, 2, 5, 6 e 8 a dimensão 1 incluiu as variáveis estilo imagem objeto (EIObj12), estilo imagem espacial (EIEsp12) e estilo verbal (EVerb12) e a dimensão 2 reteve as variáveis desempenho no IPM (IPMdes). Para os problemas 3, 4, 7, 9, 10, 11, 12. 13, 14 e 15 a dimensão 1 incluiu as variáveis estilo imagem objeto (EIObj12) e o estilo imagem espacial (EIEsp12) e a dimensão 2 reteve as variáveis estilo verbal (EVerb12) e desempenho no IPM (IPMdes).

A análise dos componentes dessas dimensões indicaram que os princípios para identificar os estilos cognitivos apontados como sendo características dos participantes são variáveis que discriminam bem participantes em relação aos dois eixos.

3.9.1.3. As projeções das medidas discriminatórias em planos bidimensionais.

As análises das variáveis plotadas em gráfico, permite verificar as possibilidades de correspondências entre as categorias, estando na presença de duas ou mais variáveis ainda que apresentem níveis de medidas diferentes. Para isso, realiza-se a projeção das medidas discriminatórias em planos bidimensionais (cruzamento de duas dimensões) que são apresentadas em um gráfico onde é possível avaliar como as variáveis se aproximam ou como elas se distanciam uma das outras.

Nas análises seguintes realizam-se as projeção das medidas discriminatórias em planos bidimensionais (cruzamento de duas dimensões) que são apresentadas em gráficos onde é possível avaliar como as variáveis se aproximam ou como elas se distanciam uma das outras. Com estas análises, verificaram-se as possibilidades de correspondências entre as categorias, estando em presença de duas ou mais variáveis ainda que apresentem níveis de medidas diferentes.

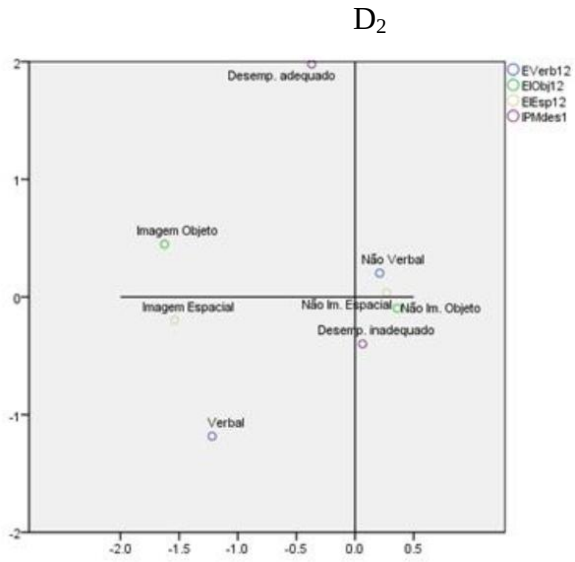


Figura 71. HOMALS. Relação de homogeneidade entre o estilo cognitivo e desempenho inadequado e adequado no problema 1

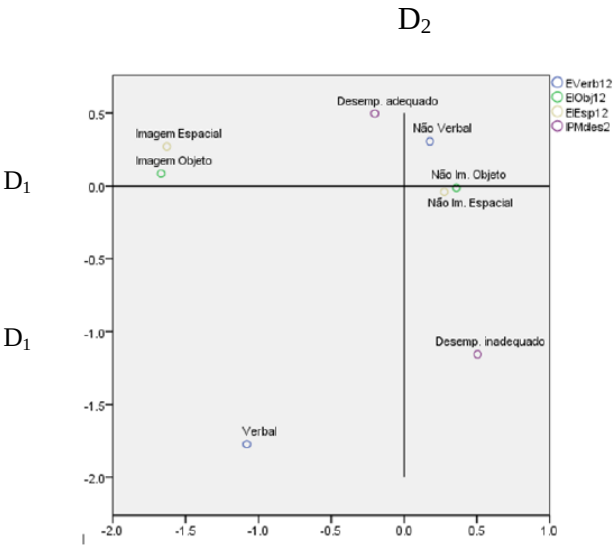


*Figura 72.*HOMALS. Relação de homogeneidade entre o estilo cognitivo e desempenho inadequado e adequado no problema 2.

Na figura 71 e 72, apresentam-se as projeções da análise para o problema 1 e 2 e, foi observado que as variáveis: estilo imagem objeto, estilo imagem espacial e estilo imagem verbal discriminam bem os participantes na dimensão 1 (D_1). A dimensão 2 (D_2) , pode ser caracterizada pelas mesmas variáveis da dimensão 1 e, também, pela variável desempenho adequado e desempenho inadequado.

Na figura 71, observa-se que no primeiro quadrante Q_1 e no terceiro quadrante Q_4 as variáveis: *desempenho inadequado*, *estilo não verbal*, *estilo não imagem objeto* e *estilo não imagem espacial* estão muito próxima da origem e não diferenciam os participantes em nenhuma das duas dimensões. Pode-se observar, também, que no segundo quadrante Q_2 a proximidade entre o estilo cognitivo dos alunos imagem objeto e o desempenho adequado. Enquanto que, no terceiro quadrante Q_3 há proximidade entre o estilo cognitivo dos alunos imagem espacial e o estilo verbal e o desempenho inadequado.

Na figura 72, observa-se que em Q_1 e em Q_4 as variáveis *não imagem objeto* e *estilo não imagem espacial*; estão muito próximas da origem e não diferenciam os participantes em nenhuma das duas dimensões. As variáveis desempenho inadequado e desempenho adequado encontram-se em quadrantes opostos, respectivamente, Q_4 e Q_2.

Pode-se observar em Q_2 a proximidade entre as variáveis *imagem espacial* e *imagem objeto* e, ambas, próximas ao desempenho adequado. Em Q_1, observa-se que a variável não

verbal está bem próxima do desempenho adequado. A variável verbal encontra-se em Q_3 e é a variável que mais se aproxima do desempenho inadequado que está representado em Q_4.

É possível concluir, portanto, que para o problema 1 os estudantes com estilo cognitivo imagem objeto apresentavam mais respostas adequadas e os estudantes com estilo cognitivo imagem espacial e verbal apresentaram mais respostas inadequadas. E para o problema 2 os participantes com estilo cognitivo imagem objeto e imagem espacial apresentaram mais respostas adequadas e os aluno com estilo verbal apresentaram mais respostas inadequadas.

Tais resultados sugerem que no problema 1 os estudantes com estilo imagem objeto levaram vantagem nas respostas adequadas em relação aos outros estilos. E, no problema 2, os estudantes com estilo imagem objeto e imagem espacial levaram vantagem nas respostas adequadas dadas em relação estilo verbal.

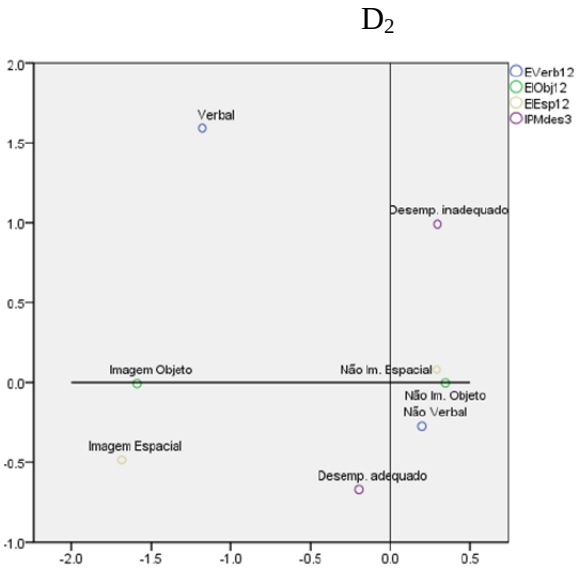


Figura 73. HOMALS. Relação de homogeneidade entre o estilo cognitivo e desempenho inadequado e adequado no problema 3.

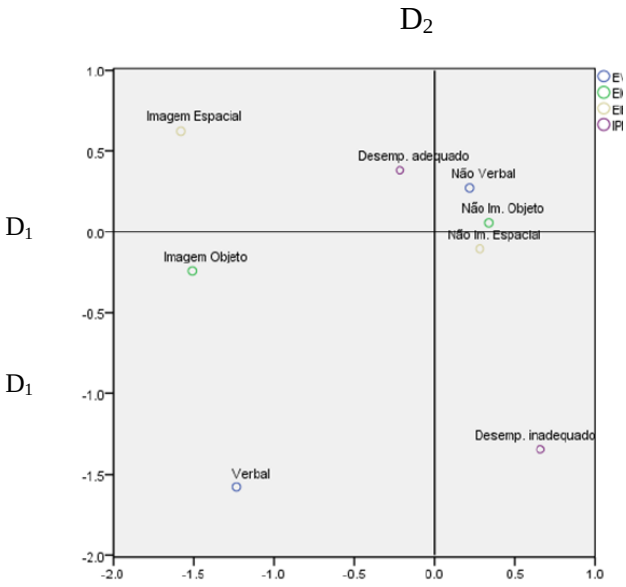


*Figura 74.*HOMALS. Relação de homogeneidade entre o estilo cognitivo e desempenho inadequado e adequado no problema 4.

Na figura 73 e 74, apresentam-se as projeções da análise para o problema 3 e 4 e, foi observado que as variáveis: estilo imagem objeto, estilo imagem espacial e estilo imagem verbal discriminam bem os participantes na dimensão 1 (D_1). A dimensão 2 (D_2) , pode ser caracterizada pelas mesmas variáveis da dimensão 1 e, também, pela variável desempenho adequado e desempenho inadequado.

Na figura 73, observa-se que em Q_1 e no eixo da dimensão 1, encontram-se as variáveis: não imagem espacial e não imagem objeto que estão muito próximas da origem e não diferenciam os participantes em nenhuma das duas dimensões.

As variáveis desempenho inadequado e desempenho adequado encontram-se em quadrantes opostos, respectivamente, Q_1 e Q_3. Também, encontram-se em oposição, em sentidos opostos ao eixo da dimensão 1, as variáveis imagem objeto e não imagem objeto.

Pode-se observar em Q_3 a proximidade entre as variáveis imagem espacial e desempenho adequado. Em Q_2, observa-se que a variável não verbal está próxima do desempenho inadequado e, no mesmo quadrante, encontra-se a variável não imagem espacial.

A variável verbal encontra-se em Q_2 e é a variável que está próxima desempenho inadequado representada em Q_1.

Na figura 74, observa-se que em $Q_{1,}$ localizam-se as variáveis não verbal e não imagem objeto próximas a desempenho adequado. Em Q_2, localizam-se as variáveis desempenho adequado próximo a imagem espacial. Em Q_3, localizam-se as variáveis imagem objeto e verbal. Pode-se observar nesse quadrante a proximidade entre a variável imagem espacial e desempenho adequado. Em Q_4, localizam-se as variáveis desempenho inadequado e não imagem espacial. Pode-se observar a proximidade entre as variáveis verbal e desempenho inadequado, mesmo que em quadrantes diferentes.

As variáveis desempenho adequado e desempenho inadequado encontram-se em quadrantes opostos, respectivamente, Q_2 e Q_4. Também, se encontram em oposição, em sentidos opostos do eixo da dimensão 1, as variáveis imagem objeto e não imagem objeto.

É possível concluir que, para o problema 3, os estudantes com estilos cognitivos imagem objeto e imagem espacial apresentaram mais respostas adequadas e os estudantes com estilo verbal apresentaram mais respostas inadequadas. E, para o problema 4, os estudantes com estilo cognitivo imagem espacial apresentam mais respostas adequadas e os estudantes com estilo verbal apresentaram mais respostas inadequadas.

Tais resultados sugerem que para o problema 3 os estudantes em que prevaleceram o estilo imagem objeto e imagem espacial levaram vantagem nas respostas adequadas dadas ao em relação aos estudantes com estilo verbal. E, para o problema 4, os estudantes que prevaleceram o estilo imagem espacial levaram vantagem nas respostas adequadas em relação os estudantes com estilo verbal.

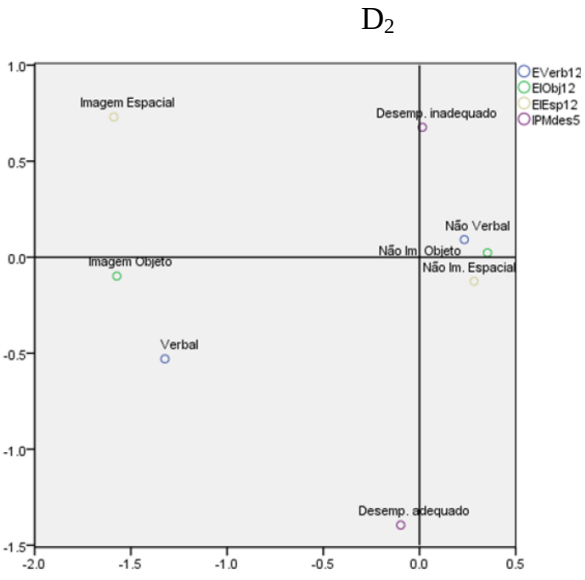


Figura 75. HOMALS. Relação de homogeneidade entre o estilo cognitivo e desempenho inadequado e adequado no problema 5.

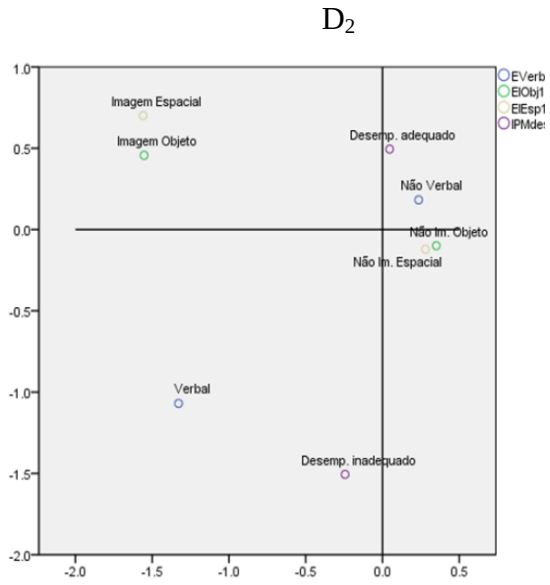


*Figura 76.*HOMALS. Relação de homogeneidade entre o estilo cognitivo e desempenho inadequado e adequado no problema 6.

Verificam-se nas figuras 75 e 76, através da análise das variáveis plotadas em gráfico, as possibilidades de correspondências entre as categorias, estando em presença de duas ou mais variáveis ainda que apresentem níveis de medidas diferentes. Também, observa-se que as variáveis: estilo imagem objeto, estilo imagem espacial e estilo imagem verbal discriminam bem os participantes na dimensão 1. A dimensão 2 pode ser caracterizada pelas mesmas variáveis na dimensão 1 e, também, pela variável desempenho adequado e desempenho inadequado.

Na figura 75, em Q_1, localizam-se as variáveis não verbal e não imagem objeto que estão próximas a desempenho inadequado. Em Q_2, localiza-se a imagem espacial próxima à imagem espacial. Em Q_3, localizam-se as variáveis imagem objeto, verbal e desempenho adequado. Pode-se observar nesse quadrante a proximidade entre a variável imagem espacial e desempenho adequado. Em Q_4, localiza-se a variável não imagem espacial, onde se pode observar a proximidade entre as variáveis não imagem espacial e desempenho adequado, mesmo que em quadrante diferentes.

As variáveis desempenho adequado e desempenho inadequado encontram-se em quadrantes opostos, respectivamente, Q_3 e Q_1. Também, se encontram em oposição, em sentidos opostos do eixo da dimensão 1, as variáveis imagem objeto e não imagem objeto.

Na figura 76, em Q_1, localizam-se as variáveis não verbal e desempenho adequado. Em

Q_2 localiza-se a imagem espacial próxima à imagem objeto e, ambas, com proximidade ao desempenho adequado em Q_1. Em Q_3, localizam-se as variáveis verbal e o desempenho inadequado. Pode-se observar nesse quadrante a proximidade entre essas duas variáveis. Em Q_4, localizam-se as variáveis não imagem objeto e não imagem espacial com muita proximidade.

As variáveis desempenho adequado e desempenho inadequado encontram-se em quadrantes opostos, respectivamente, Q_1 e Q_3. Também, encontram-se em oposição, em sentidos opostos do eixo da dimensão 1, as variáveis imagem objeto e não imagem objeto; desempenho adequado e inadequado.

É possível concluir que, para o problema 5, os participantes com estilo cognitivo imagem objeto e verbal apresentam mais respostas adequadas e os aluno com estilo imagem espacial apresentaram mais respostas inadequadas. E, para o problema 6, os participantes com estilo cognitivo imagem objeto e imagem espacial apresentam mais respostas adequadas e os alunos com estilo verbal apresentaram mais respostas inadequadas.

Tais resultados sugerem que em relação ao problema 5: os estudantes em que prevaleceram o estilo imagem objeto e verbal levaram vantagem nas respostas adequadas dadas em relação aos estudantes que prevaleceram imagem espacial. E, em relação ao problema 6, os estudantes que prevaleceram o estilo imagem objeto e imagem espacial levaram vantagem nas respostas adequadas dadas em relação aos estudantes em que prevaleceram estilo verbal.

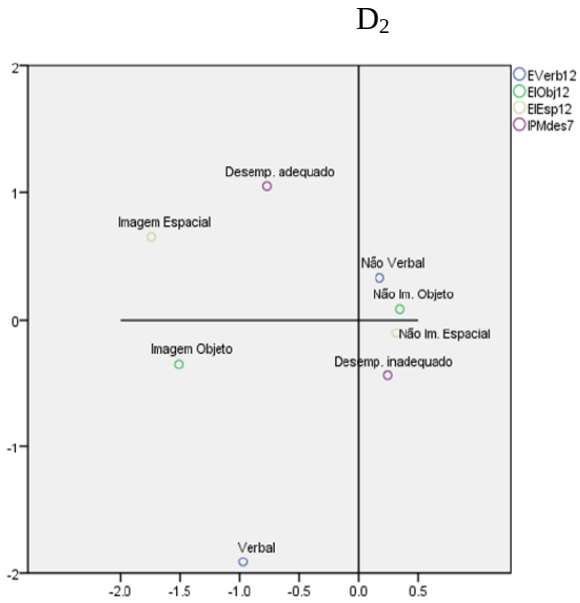


Figura 77. HOMALS. Relação de homogeneidade entre o estilo cognitivo e desempenho inadequado e adequado no problema 7.

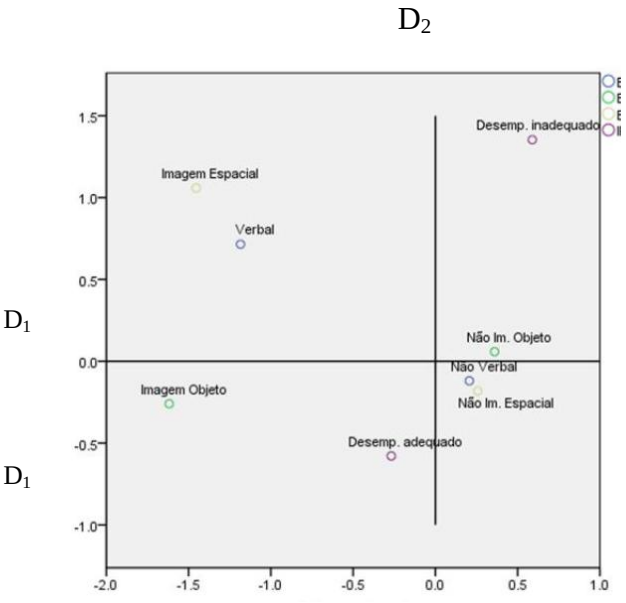


*Figura 78.*HOMALS. Relação de homogeneidade entre o estilo cognitivo e desempenho inadequado e adequado no problema 8.

Nas figuras 77 e 78, observam-se que as variáveis: estilo imagem objeto, estilo imagem espacial e estilo imagem verbal discriminam bem os participantes na dimensão 1, e a dimensão 2 pode ser caracterizada por essas mesmas variáveis, e também pela variável desempenho adequado e desempenho inadequado.

Na figura 77, em Q_1, localizam-se as variáveis não imagem objeto e não verbal. Em Q_2, localiza-se a imagem espacial apresentaram uma relação de proximidade ao desempenho adequado. Em Q_3, localizam-se as variáveis verbal e imagem objeto, apresentando uma relação de proximidade ao desempenho inadequado que se localiza e Q_4. Em Q_4, localiza-se além do desempenho inadequado a variável não imagem objeto. As variáveis desempenho adequado e desempenho inadequado encontram em quadrantes opostos, respectivamente, Q_2 e Q_4.

Na figura 78, em Q_1, localizam-se as variáveis não imagem objeto e desempenho inadequado. Em Q_2, localiza-se a imagem espacial apresentando uma relação de proximidade a variável verbal. Em Q_3, localizam-se as variáveis imagem objeto e desempenho adequado, apresentando uma relação de proximidade. Em Q_4, localizam-se as variáveis não imagem objeto e não verbal. As variáveis desempenho adequado e desempenho inadequado encontram-se em quadrantes opostos, respectivamente, Q_3 e Q_1.

É possível concluir que, para o problema 7, os participantes com estilo cognitivo imagem espacial apresentam mais respostas adequadas e os aluno com estilo verbal e imagem objeto apresentaram mais respostas inadequadas. E, para o problema 8, os participantes com estilo cognitivo imagem objeto apresentam mais respostas adequadas e os aluno com estilo verbal e imagem espacial apresentaram mais respostas inadequadas.

Tais resultados sugerem que alunos em que prevaleceram imagem espacial levaram vantagem nas respostas adequadas dadas ao problema 6 em relação verbal. Em relação ao problema 7 os dados indicam que os alunos em que prevaleceram a imagem espacial levaram vantagem nas respostas adequadas dadas ao problema em relação ao verbal e imagem espacial e apresentam maior possibilidade de apresentarem resposta adequada ao oitavo problema.

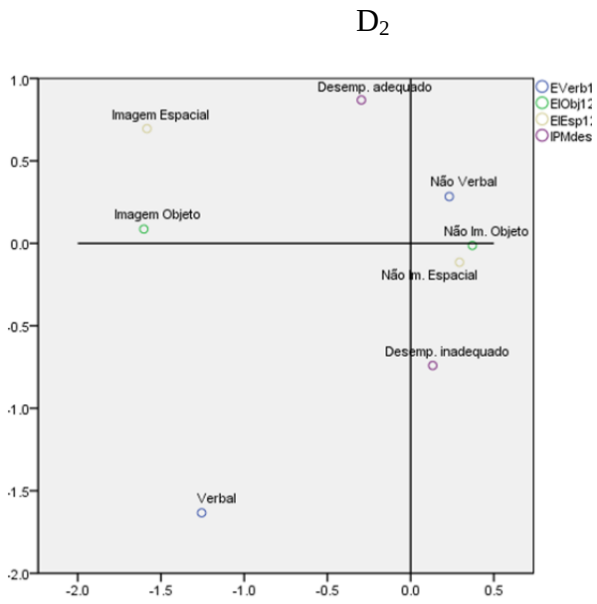


Figura 79. HOMALS. Relação de homogeneidade entre o estilo cognitivo e desempenho inadequado e adequado no problema 9.

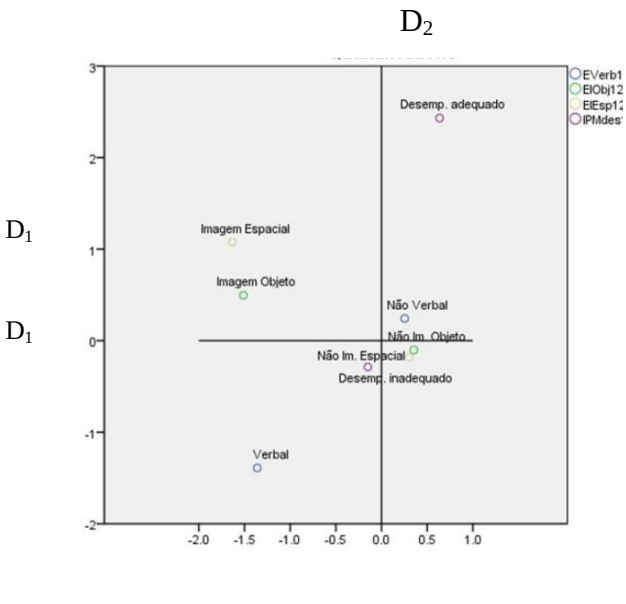


*Figura 80.*HOMALS. Relação de homogeneidade entre o estilo cognitivo e desempenho inadequado e adequado no problema 10.

Na figura 76 e 77, observam-se que as variáveis: estilo imagem objeto, estilo imagem espacial e estilo imagem verbal discriminam bem os participantes na dimensão 1. A dimensão 2 pode ser caracterizada por essas mesmas variáveis, e também, pela variável desempenho adequado e desempenho inadequado.

Na figura 76, em Q_1, localizam-se as variáveis não imagem objeto e não verbal. Em Q_2, localiza-se a imagem espacial. Ambas apresentaram uma relação de proximidade à variável imagem objeto, muito próximas com a variável desempenho adequado. Em Q_3,

localiza-se variável verbal próxima da variável desempenho inadequado. Em Q_4, localizam-se as variáveis não imagem espacial e desempenho inadequado apresentando uma relação de proximidade em Q_4. As variáveis desempenho adequado e desempenho inadequado encontram-se em quadrantes opostos, respectivamente, Q_2 e Q_4.

Na figura 77, em Q_1, localizam-se as variáveis não imagem objeto e não verbal. Em Q_2, localiza-se a imagem espacial. Ambas apresentaram uma relação de proximidade à variável imagem objeto, muito próximas com a variável desempenho adequado. Em Q_3, localiza-se variável verbal próxima da variável desempenho inadequado. Em Q_4, localizam-se as variáveis não imagem espacial e desempenho inadequado apresentando uma relação de proximidade em Q_4. As variáveis desempenho adequado e desempenho inadequado encontram-se em quadrantes opostos, respectivamente, Q_2 e Q_4.

É possível concluir que, para o problema 9, os estudantes com estilo cognitivo imagem espacial apresentam mais respostas adequadas e os alunos com estilo verbal e imagem objeto apresentaram mais respostas inadequadas. A hipótese é de que os estilos imagem espacial e o desempenho adequado são variáveis que expressam maior homogeneidade. Os dados indicam que os alunos que prevaleceram imagem espacial apresentam maior possibilidade de apresentarem resposta adequada ao nono problema do que os alunos em que prevalece o estilo verbal.

Para o problema 10, os estudantes com estilo cognitivo imagem espacial apresentam mais respostas adequadas e os alunos com estilo verbal e imagem objeto apresentaram mais respostas inadequadas. A hipótese é de que os estilos imagem espacial e o desempenho adequado são variáveis que expressam maior homogeneidade e indica que os estudantes que prevaleceram imagem espacial apresentam maior possibilidade de apresentarem resposta adequada ao décimo problema do que nos que prevalecem o estilo verbal e o estilo imagem objeto.

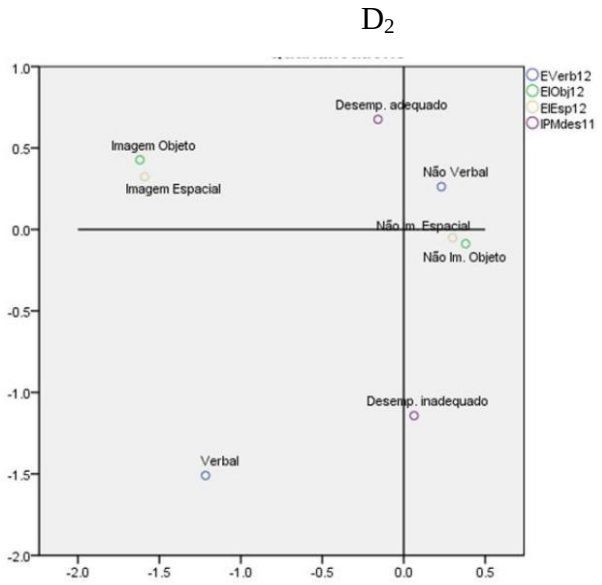


Figura 81. HOMALS. Relação de homogeneidade entre o estilo cognitivo e desempenho inadequado e adequado no problema 11.

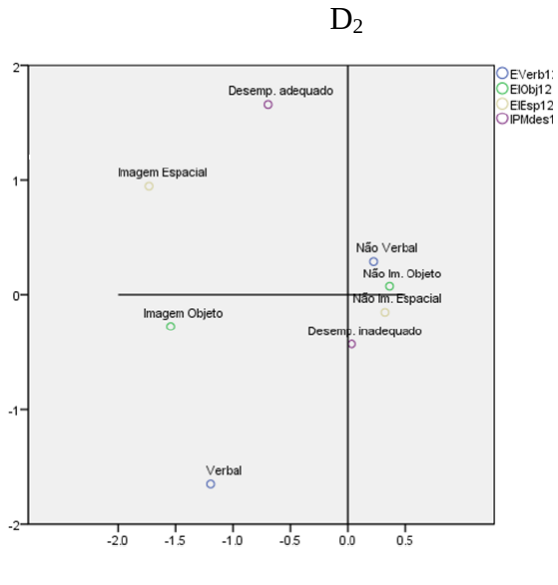


*Figura 82.*HOMALS. Relação de homogeneidade entre o estilo cognitivo e desempenho inadequado e adequado no problema 12.

Na figura 81 e 82, observa-se que as variáveis: estilo imagem objeto, estilo imagem espacial e estilo imagem verbal discriminam bem os participantes na dimensão 1. E, a dimensão 2 pode ser caracterizada por essas mesmas variáveis e, também, pelas variáveis desempenho adequado e desempenho inadequado.

Na figura 81, em Q_1, localiza-se a variável não verbal que, embora em quadrante diferente, apresenta relação de proximidade com a variável desempenho adequado. Em Q_2, localizam-se imagem espacial que apresenta uma relação de proximidade a variável imagem objeto e também em relação ao desempenho adequado. Em Q_3, localiza-se variável verbal próxima da variável desempenho inadequado localizado em Q_4. Em Q_4, localizam-se as variáveis não imagem objeto, não imagem espacial que apresentam uma estreita relação de proximidade entre si em relação desempenho inadequado. As variáveis desempenho adequado e desempenho inadequado encontram-se em quadrantes opostos, respectivamente, Q_2 e Q_4.

Na figura 82, em Q_1, localiza-se a variável não verbal e não imagem objeto que apresenta relação de proximidade entre si. Em Q_2, localizam-se imagem espacial que apresenta uma relação de proximidade com a variável desempenho adequado. Em Q_3, localizam-se variável verbal e imagem objeto. A variável imagem objeto está muito próxima à variável desempenho inadequado, localizado em Q_4. Em Q_4, localizam-se as variáveis não imagem espacial e desempenho inadequado que apresentam uma estreita relação de

proximidade entre si. As variáveis desempenho adequado e desempenho inadequado encontram em quadrantes opostos, respectivamente, Q_2 e Q_4.

É possível concluir que, para o problema 11, os participantes com estilo cognitivo imagem objeto apresentam mais respostas adequadas e os aluno com estilo não verbal apresentaram mais respostas inadequadas. A hipótese é de que os estilos imagem espacial e o desempenho adequado são variáveis que expressam maior homogeneidade.

Os dados indicam que os estudantes que prevaleceram imagem objeto apresentam maior possibilidade de apresentarem resposta adequada ao décimo primeiro problema do que os alunos que prevaleceram o estilo verbal. É possível concluir que, para o problema 12, os participantes com estilo cognitivo imagem espacial apresentam mais respostas adequadas e os aluno com estilo não imagem espacial e imagem objeto apresentaram mais respostas inadequadas. A hipótese é de que os estilos imagem espacial e o desempenho adequado são variáveis que expressam maior homogeneidade. Portanto, para os estudantes que prevaleceram a imagem espacial apresentam maior possibilidade de apresentarem resposta adequada ao décimo segundo problema do que os alunos que prevaleceram o estilo imagem objeto.

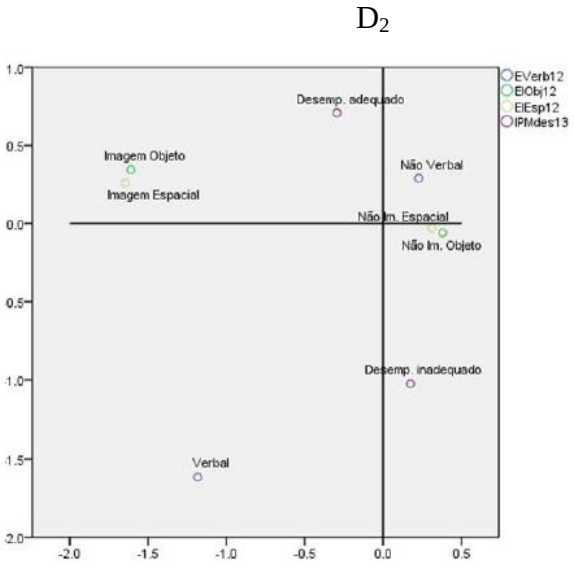


Figura 83. HOMALS. Relação de homogeneidade entre o estilo cognitivo e desempenho inadequado e adequado no problema 13.

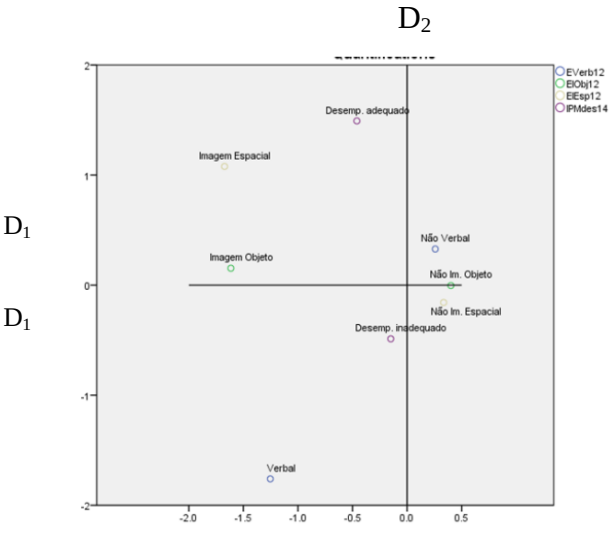


*Figura 84.*HOMALS. Relação de homogeneidade entre o estilo cognitivo e desempenho inadequado e adequado no problema 14.

Nas figuras 83 e 84, observam-se que as variáveis: estilo imagem objeto, estilo imagem espacial e estilo imagem verbal discriminam bem os participantes na dimensão 1. A dimensão 2 pode ser caracterizada por essas mesmas variáveis e, também, pelas variáveis desempenho adequado e desempenho inadequado.

Na figura 83, em $Q_{1,}$ localiza-se a variável não verbal e se apresenta a relação de proximidade com desempenho adequado, ainda que não estejam em mesmo quadrante. Em Q_2, localizam-se as variáveis imagem objeto e imagem espacial que apresenta uma relação de proximidade entre si com a variável desempenho adequado. Em $Q_{3,}$ localiza-se a variável verbal e se apresenta uma relação de proximidade com desempenho inadequado. Em Q_4, localizam-se as variáveis não imagem espacial, não imagem objeto e se apresenta uma estreita relação de proximidade entre si que estão próximas a desempenho inadequado. As variáveis desempenho adequado e desempenho inadequado encontram-se em quadrantes opostos, respectivamente, Q_2 e Q_4.

Na Figura 84, em $Q_{1,}$ localiza-se a variável não verbal e não imagem objeto que apresenta relação de proximidade entre si. Em Q_2, localizam-se as variáveis imagem espacial e desempenho adequado que apresentam uma relação de proximidade entre si. Em $Q_{3,}$ localiza-se a variável verbal que apresenta uma relação de proximidade com desempenho inadequado. Em Q_4, localizam-se as variáveis não imagem espacial, com uma estreita relação de proximidade com desempenho inadequado. As variáveis desempenho adequado e desempenho inadequado encontram em quadrantes distintos, respectivamente, Q_2 e Q_3.

É possível concluir que, para o problema 13, os estudantes com estilo cognitivo imagem objeto e imagem espacial apresentam mais respostas adequadas e os aluno com estilo não imagem espacial, não imagem objeto e verbal apresentaram mais respostas inadequadas. A hipótese é de que os estilos imagem objeto e o desempenho adequado são variáveis e que expressam maior homogeneidade. Os dados indicam que os alunos que prevaleceram imagem objeto apresentam maior possibilidade de apresentarem resposta adequada ao décimo terceiro problema do que os alunos que prevaleceram o estilo imagem objeto.

Para o problema 14, os participantes com estilo cognitivo imagem espacial apresentam mais respostas adequadas e os aluno com estilo não imagem espacial e verbal apresentaram mais respostas inadequadas. A hipótese é de que os estilos imagem espacial e o desempenho adequado são variáveis que expressam maior homogeneidade. Os dados indicam que os alunos que prevaleceram imagem espacial apresentam maior possibilidade de apresentarem

resposta adequada ao décimo quarto problema do que os alunos que prevaleceram o estilo verbal.

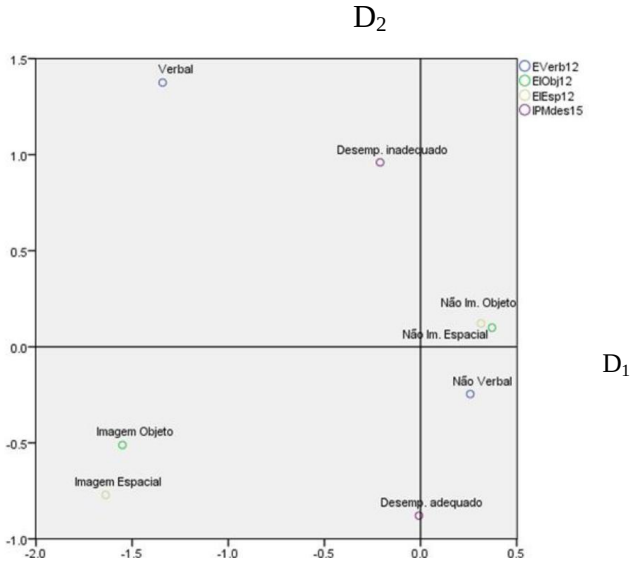


Figura 85. HOMALS. Relação de homogeneidade entre o estilo cognitivo e desempenho inadequado e adequado no problema 15.

E, finalmente, na figura 85, observa-se que as variáveis: estilo imagem objeto, estilo imagem espacial e estilo imagem verbal discriminam bem os participantes na dimensão 1. A dimensão 2 pode ser caracterizada por essas mesmas variáveis, e também pela variável desempenho adequado e desempenho inadequado. Em $Q_{1,}$ localiza-se a variável não imagem espacial e não imagem objeto apresenta relação de proximidade entre si. Em Q_2, localizam-se as variáveis verbal e desempenho inadequado que apresentam uma relação de proximidade entre si. Em $Q_{3,}$ localizam-se a variável imagem espacial e imagem objeto que apresentam uma relação de proximidade entre si com desempenho adequado. Em $Q_{4,}$ localiza-se a variável não verbal, com relação de proximidade com desempenho adequado. As variáveis desempenho adequado e desempenho inadequado localizam-se em oposição respectivamente, Q_2 e o eixo da dimensão 2.

É possível concluir que, para o problema 15, os participantes com estilo cognitivo imagem espacial e não verbal apresentam mais respostas adequadas e os alunos com estilo não imagem objeto e verbal apresentaram mais respostas inadequadas. A hipótese é de que os

estilos imagem espacial e o desempenho adequado são variáveis que expressam maior homogeneidade.

Os dados indicam que os alunos em que prevaleceram a imagem espacial apresentam maior possibilidade de apresentarem resposta adequada ao 15º problema do que os alunos em que prevaleceram o estilo verbal.

Na tabela a seguir apresenta-se um resumo da relação observada entre as variáveis estilo imagem objeto, imagem espacial e verbal e o desempenho na resolução dos problemas. Na análise dos gráficos que foram produzidos, percebem-se as seguintes proximidades entre as variáveis estilo cognitivo e desempenho adequado e inadequado.

Tabela 47. *Resumo da análise de homogeneidade*

Problemas	**Variável com proximidade ao desempenho adequado**	**Variável com proximidade ao desempenho inadequado**
1 *Árvores*	Imagem objeto	Verbal e imagem espacial
2 *Balança*	Imagem espacial e Imagem objeto	Verbal
3 *Balão*	Imagem espacial	Verbal
4 *Corrida*	Imagem espacial	Verbal
5 *Quadrado*	Verbal	Imagem Espacial
6 *Carpinteiro*	Imagem espacial e Imagem objeto	Verbal
7 *Campo*	Imagem espacial	Imagem objeto
8 *Amigos*	Imagem objeto	Imagem espacial e Verbal
9 *Pêssego*	Imagem espacial	Verbal
10 *Poço*	Imagem espacial	Verbal
11 *Carona*	Imagem objeto	Verbal
12 *Molduras*	Imagem espacial	Imagem objeto
13 *Geleia*	Imagem objeto	Verbal
14 Navio	Imagem espacial	Imagem objeto e Verbal
15 *Fazenda*	Imagem espacial e Imagem objeto	Verbal

Na tabela 41, estão resumidas as observações sobre a análise de proximidade entre as variáveis estilos cognitivos: imagem espacial, imagem objeto e verbal e desempenho adequado e inadequado.

Na segunda coluna da tabela, apresentam-se a relação de homogeneidade do desempenho dos participantes aos 15 problemas e o estilo cognitivo que foram resumidos na tabela após a análise dos gráficos. O estilo imagem espacial do participante teve proximidade

ao desempenho adequado em sete dos problemas do IPM, a saber: 3, 4, 7,9, 10, 12 e 14. Também, observa-se que em sete problemas (1, 2, 6, 8, 13 e 15) a variável estilo imagem objeto com relação de proximidade com a variável desempenho adequado. Em três problemas: 6, 2 e 5, observa-se uma relação de proximidade entre as variáveis estilo imagem espacial e imagem objeto e ambas apresentaram, também, uma relação de proximidade com a variável desempenho adequado.

Na terceira coluna da tabela, apresentam-se a relação de homogeneidade do desempenho dos participantes aos 15 problemas e o estilo cognitivo também resumidos na tabela após a análise dos gráficos. O estilo verbal do participante teve proximidade ao desempenho inadequado em nove dos problemas do IPM, a saber: 3, 4, 7,9, 10, 12 e 14. Em três problemas, as variáveis imagem objeto e imagem espacial localizaram-se muito próximas e ambas apresentaram uma relação de homogeneidade com desempenho adequado. Em três problemas: 6, 2 e 5, observa-se uma relação de proximidade entre as variáveis estilo imagem espacial e imagem objeto e ambas apresentaram, também, relação de proximidade com a variável desempenho adequado

3.10. Análise de Regressão Logística

Os dados também foram submetidos a estatística da Análise de Regressão Logística com o objetivo de verificar em que proporção a variabilidade de uma variável dependente (desempenho em cada um dos problemas matemáticos do IPM) seja previsível pelas variáveis independentes (estilo imagem objeto, estilo imagem espacial e verbal). A regressão logística foi adotada para a análise dos dados, pois, a variável dependente, desempenho nos problemas matemáticos, é de natureza dicotômica.

Numa primeira análise, observa-se que as variáveis independentes dadas como os escores em cada um dos fatores da escala QVIOE – Imagem Objeto, Imagem Espacial e Verbal não tiveram efeito sobre a variável dependente desempenho em três problemas do IPM. Na Tabela 48, observa-se que o desempenho dos participantes para os problemas 1, 5 e 10 não fazem parte da equação, portanto não podem ser explicadas pela variável independente, os estilos cognitivos. Entretanto, os preditores estilos cognitivos imagem objeto, imagem espacial e verbal são bastante significativos para o desempenho em doze problemas do IPM, como pode ser observado nas três últimas colunas.

Tabela 48. *Análises de regressão logística considerando como variáveis independentes os escores em cada um dos fatores da escala QVIOE – Imagem Objeto, Imagem Espacial e Verbal e como variável dependente o desempenho em cada um dos problemas do IPM*

Problemas	**B**	**S.E.**	**Wald**	**gl**	**Sig**	**Exp(B)**	χ^2_{Change}	**gl**	***P***
1 *Árvores*									
Nenhuma variável na equação									
2 *Balança*									
Objeto	0,441	0,201	4,791	1	0,029	**1,554**	4,865	1	**0,027**
Im. Espacial	0,476	0,209	5,191	1	0,023	**1,609**	5,281	1	**0,022**
3 *Balão*									
Im. Espacial	0,585	0,193	9,199	1	0,002	**1,795**	**9,595**	1	**0,002**
4 *Corrida*									
Im. Objeto	0,562	0,209	7,268	1	0,007	**1,754**	7,447	1	**0,006**
5 *Quadrado*									
Nenhuma variável na equação									
6 *Carpinteiro*									
Im. Verbal	-0,434	0,220	3,896	1	0,048	**0,648**	3,939	1	**0,047**
7 *Campo*									
Im. Espacial	0,970	.237	16.793	1	0,000	**2,639**	**18,503**	1	**0,000**
8 *Amigos*									
Im. Objeto	0,553	0,190	8,463	1	0,004	**1,738**	8,685	1	**0,003**
9 *Pêssego*									
Im. Espacial	0,565	0,198	8,112	1	0,004	**1,760**	8,480	1	**0,004**
10 *Poço*									
Nenhuma variável na equação									
11 *Carona*									
Im. Espacial	0,521	0,195	7,136	1	0,008	**1,683**	7,393	1	**0,007**
12 *Molduras*									
Im. Espacial	0,784	0,273	8,257	1	0,004	**2,191**	8,695	1	**0,003**
13 *Geleia*									
Im. Objeto	0,540	0,195	7,697	1	0,006	**1,716**	7,956	1	**0,005**
14 *Navio*									
Verbal	-0,802	0,337	5,663	1	0,017	**0,448**	5,947	1	**0,015**
Im. Objeto	0,921	0,309	8,872	1	0,003	**2,511**	**9,666**	1	**0,002**
15 *Fazenda*									
Verbal	-0,476	0,215	4,899	1	0,027	**0,622**	5,036	1	**0,025**

O teste Wald é usado para examinar restrições impostas aos coeficientes da regressão (hipótese nula). Ele calcula uma estatística de teste (Wald-Qui quadrado) que mede a eficiência das estimativas dos coeficientes da regressão original em satisfazer as restrições da hipótese nula. Na quarta coluna estão os valores do teste de Wald e na oitava os valores do teste de qui quadrado, em ambos os testes a hipótese nula foi rejeitada com significância $p<0,05$, evidenciando o efeito que o estilo cognitivo tem no desempenho dos problemas matemáticos.

A interpretação da regressão logística depende fundamentalmente do valor de exp b (Exp(B)), apresentados na sétima coluna da Tabela 48. Esses valores representam as chances (odds) do desempenho ocorrer na mudança de uma unidade no preditor (estilos cognitivos).

As chances (odds) de um evento ocorrer são definidas como a probabilidade de um evento ocorrer, dividida pela probabilidade de que tal evento não ocorra. No presente estudo, as chances de um aluno ter um desempenho no problema matemático, em relação ao seu estilo cognitivo, é a probabilidade desse desempenho ocorrer dividido pela probabilidade desse desempenho não ocorrer. Se a probabilidade for superior a um significa, que aumenta a probabilidade de ocorrer o desempenho nos problemas, entretanto, se o valor for inferior a um significa que diminui essa probabilidade. Para valores iguais a um significa que nem aumenta e nem diminui.

Na tabela, os valores apresentados na coluna Exp (B) são superiores a um para o desempenho em relação ao estilo imagem espacial para os problemas: 3, 7, 9, 11 e 12. Os valores de Exp(B) são superiores a um para o desempenho em relação ao estilo imagem objeto nos problemas: 4, 8 e 13. Os valores de Exp(B) são superiores a um para o desempenho em relação a duas variáveis preditivas: estilo imagem objeto e imagem espacial no problema 2. Um valor de Ex(B) é superior a um para o desempenho em relação a variável estilo imagem objeto e o outro valor de Ex(B) o é inferior para o desempenho em relação à variável estilo verbal no problema 14. E o valor de Ex(B) é inferior a um para o desempenho em relação a variável estilo verbal nos problemas 6 e 15.

Neste caso, existe uma probabilidade maior para o desempenho nos problemas matemático 3, 7, 9, 11 e 12 serem de aluno com estilo imagem espacial. Também, existe uma probabilidade maior para o desempenho nos problemas matemático 4 e 13 serem de alunos com estilo imagem objeto. No problema 2, aparecem duas variáveis preditivas, nesse caso existe uma a probabilidade maior para o desempenho nesse problema matemático ser de aluno com estilo imagem objeto ou de aluno com estilo imagem espacial. No problema 14, também aparecem duas variáveis preditivas, nesse caso existe uma a probabilidade menor para o desempenho nesse problema matemático ser de aluno com estilo verbal e existe uma a probabilidade maior para o desempenho neste problema matemático ser de aluno com estilo imagem objeto.Entretanto, existe uma probabilidade menor para o desempenho dos alunos nos problemas matemático 6 e 15 serem de estilo verbal.

3.11. Análise das interações entre as variáveis: desempenho e os estilos cognitivos dos estudantes

Nessa análise, observa-se a interação entre o desempenho dos estudantes (em cada problema da escala e o desempenho na escala total) e o estilo cognitivo exclusivo e híbrido.

Tabela 49. *As Interações entre as variáveis desempenho nos problemas e os estilos cognitivos dos estudantes.*

	Estilos cognitivos exclusivos						**Estilos cognitivos híbridos**									
Problemas	**Verbal**		**Objeto**		**Espacial**		**Verbal/ Objeto**		**Verbal/ Espacial**		**Espacial/ Objeto**		**Verbal/ Espacial/ Objeto**		**Total**	
Item	**M**	**DP**	**M**	**DP**	**M**	**DP**	**M**	**DP**	**M**	**DP**	**M**	**DP**	**M**	**DP**	**M**	**DP**
1 *Árvores*	,09	*,288*	**,32**	*,471*	,16	*,374*	,23	*,439*	,14	*,378*	,19	*,403*	,00	*,000*	,19	*,392*
2*Balança*	,66	*,483*	**,82**	*,392*	,71	*,460*	,58	*,515*	,43	*,535*	1,00	*,000*	1,00	*,000*	,73	*,443*
3*Balão*	,52	*,508*	,69	*,467*	**,75**	*,441*	,58	*,515*	,40	*,548*	,71	*,469*	,50	*,577*	,64	*,483*
4 *Corrida*	,82	*,392*	,79	*,409*	,87	*,346*	,83	*,389*	,67	*,516*	**,93**	*,258*	,80	*,447*	,83	*,378*
5 *Quadrado*	,33	*,479*	,32	*,471*	,24	*,435*	,42	*,515*	,33	*,516*	**,47**	*,516*	,20	*,447*	,33	*,470*
6 *Carpinteiro*	,65	*,485*	,74	*,442*	**,**75	*,440*	,77	*,439*	,57	*,535*	**,80**	*,414*	**,80**	*,447*	,72	*,448*
7*Campo*	,21	*,418*	,29	*,458*	,48	*,510*	,33	*,492*	,17	*,408*	**,62**	*,506*	,20	*,447*	,34	*,475*
8*Amigos*	,63	*,490*	**,87**	*,339*	,67	*,479*	,85	*,376*	,67	*,516*	,71	*,469*	1,00	*,000*	,75	*,434*
9*Pêssego*	,34	*,484*	,48	*,508*	,40	*,500*	,45	*,522*	**,67**	*,516*	,67	*,488*	,40	*,548*	,46	*,500*
10*Poço*	,00	*,000*	,15	*,359*	**,17**	*,381*	,08	*,277*	,00	*,000*	,00	*,000*	,00	*,000*	,08	*,276*
11*Carona*	,55	*,506*	**,78**	*,422*	,57	*,504*	,42	*,515*	,43	*,535*	**,86**	*,363*	,60	*,548*	,63	*,484*
12 *Molduras*	,11	*,320*	,10	*,301*	,25	*,442*	,09	*,302*	,00	*,000*	,42	*,515*	**,60**	*,548*	,18	*,389*
13 *Geleia*	,48	*,509*	,66	*,483*	,61	*,499*	,69	*,480*	,20	*,447*	,58	*,515*	**,80**	*,447*	,59	*,494*
14 Navio	,19	*,402*	,21	*,415*	,24	*,436*	,09	*,302*	,00	*,000*	**,33**	*,500*	,20	*,447*	,20	*,402*
15 *Fazenda*	,29	*,461*	,57	*,504*	,50	*,512*	,50	*,522*	,50	*,577*	,46	*,519*	**,60**	*,548*	,46	*,501*
Ipm.tot	,40	*,227*	**,53**	*,161*	,49	*,225*	,46	*,182*	,39	*,235*	**,59**	*,182*	,50	*,100*	,48	*,205*

A Tabela 49 apresenta a média dos estudantes em cada problema e, também, a média dos estudantes para os quinze problemas.

Ao relacionar o estilo cognitivo com a resolução de problemas na escala IPM, analisando as médias de cada problema, pode-se observar que os estudantes que com escore alto na escala imagem objeto, exclusivamente, apresentaram médias mais altas para o desempenho da resolução dos problemas 1, 2 e 8. Os estudantes com escore alto na escala imagem espacial, exclusivamente, apresentaram médias altas para o desempenho da resolução dos problemas 3 e 10. Os estudantes que apresentaram escore alto em ambas as escalas, a imagem objeto e a imagem espacial, apresentaram médias altas para o desempenho da resolução dos problemas 4, 5, 6, 7, 11 e 14. Os estudantes que apresentaram escore alto nas três escalas, a verbal, a imagem objeto e a imagem espacial, apresentaram médias altas para o desempenho da resolução dos problemas 6, 12, 13 e 15.

Decidiu-se nesta análise verificar se existe diferenças significativas entre as variáveis através do teste Krukal-Wallis. Esse teste não paramétrico, visa verificar se existem

diferenças estatísticas significativas entre as médias ordenadas. Aplicado junto ao cruzamento das variáveis serve para avaliar a associação entre as variáveis. O teste fornece o valor do χ^2 e, em seguida , procura-se na tabela de distribuição de χ^2 o valor do χ^2 crítico, considerando o nível de significância adotado e os graus de liberdade ou g.l. (número de linhas-1 x número de colunas-1). Se o χ^2 obtido for igual ou maior que o χ^2 crítico, H_0 deverá ser rejeitada.

Tabela 50. *As médias ordenadas dos estudantes com escore alto para estilo*

Estilos cognitivos	**N**	**Médias ordenadas**
Verbal	34	57,46
Objeto	39	**83,05**
Espacial	32	75,69
Verbal/Objeto	13	67,23
Verbal/Espacial	7	55,29
Espacial/Objeto	16	**93,25**
Verbal/Espacial/Objeto	5	72,70
Total	146	
χ^2=12,072	g.l.6	*p*=0,060

Na Tabela 50, apresentam-se as médias ordenadas dos grupos, relacionando o desempenho total no IPM em relação aos estilos dos estudantes. O grupo de estudantes com estilo exclusivo imagem objeto apresentou a maior média no desempenho. O grupo com maior média no desempenho dos problema foi o dos estudantes com estilo imagem objeto. O valor de χ^2 = 12,07 com 6 graus de liberdade. A hipótese nula não foi rejeitada para um nível de significância *p*=0,060> 0,05; portanto, não existem diferenças significativas de grupo nos escores de estilo cognitivos e desempenho na escala IPM.

Ao relacionar o estilo cognitivo com a resolução de problemas na escala IPM, analisando as médias de cada problema, pode-se observar que os estudantes com escore alto na escala imagem objeto, exclusivamente, apresentaram médias mais altas para o desempenho da resolução dos problemas 1, 2 e 8. Os estudantes com escore alto na escala imagem espacial, exclusivamente, apresentaram médias altas para o desempenho da resolução dos problemas 3 e 10. Os estudantes que apresentaram escore alto em ambas as escalas, a imagem objeto e a imagem espacial, apresentaram médias altas para o desempenho da resolução dos problemas 4, 5, 6, 7, 11 e 14. Os estudantes que apresentaram escore alto nas três escalas, a

verbal, a imagem objeto e a imagem espacial, apresentaram médias altas para o desempenho da resolução dos problemas 6, 12, 13 e 15.

Realiza-se um novo teste Krukal-Wallis, considerando os postos com estilos exclusivos, utilizando apenas os estudantes que pontuaram alto em apenas uma das três escalas. Os participantes híbridos que apresentaram escore alto em duas escalas ou nas três foram excluídos para possibilitar uma análise com maior certeza para o estilo cognitivo.

O teste Krukal-Wallis, não paramétrico, verifica se existem diferenças estatísticas significativas entre as médias ordenadas.

Tabela 51. *As médias dos grupos com estilos exclusivos*

Estilos cognitivos	**N**	**Médias ordenadas**
Verbal	34	42,41
Objeto	40	60,98
Espacial	32	55,94
Total	146	
χ^2 = 7,007	g.l. 2	***p=0,030***

As diferenças de grupo em escores de estilos cognitivos exclusivos e desempenho nos problemas matemáticos do IPM, como as condições paramétricas não foram satisfeitas. O teste Krukal-Wallis apresentou um valor de χ^2 = 7,007 com 2 graus de liberdade. A hipótese nula foi rejeitada para um nível de significância p=0,030<0,05; existem diferenças significativas de grupo nos escores de estilo cognitivos e desempenho na escala IPM.

Para descobrir onde mais especificamente encontram-se as diferença, realizou-se o teste a posteriori e as diferenças apresentadas as seguir:

Tabela 52. *As médias dos grupos com estilos exclusivos comparadas duas a duas*

Estilo	**N**	**Média**	**Estilo**	**N**	**Média**	**Estilo**	**N**	**Média**
Objeto	40	**37,68**	Verbal	34	29,82	Verbal	34	30,09
Espacial	32	35,03	Espacial	32	**37,41**	Objeto	40	**43,80**
Total	72		Total	66		Total	74	
Qui quadrado	χ^2 = 0,285	1 p=0,594	χ^2 = 2,579	1	p=0,108	χ^2 = 7,492	1	***p*=0,006**

Na Tabela 52, estão apresentadas as médias ordenadas para os estilos cognitivos em relação ao desempenho total na escala IPM. O teste Krukal-Wallis realizado a posteriori

possibilita uma maior certeza para encontrar em que grupos existem as diferenças significativas dentre os grupos analisados. Participam dos grupos apenas estudantes que pontuaram alto, exclusivamente, em uma das três subescalas.Os participantes híbridos que apresentaram escore alto em duas escalas ou escore alto nas três escalas foram excluídos dessa análise. Nessa nova análise pode-se observar que as maiores diferenças ocorrem entre os grupos de estudantes com estilo imagem objeto e com estilo verbal em relação ao desempenho. O Qui quadrado indica a existência de diferenças significativas dos grupos com estilo imagem objeto e com estilo verbal em relação ao desempenho ($\chi 2 = 7{,}492$; g.l. = 1; p=0,006>0,05). Em relação ao estilo imagem espacial e imagem verbal, as diferenças não foram significativas estatisticamente.

Logo, os estudantes se diferenciam quanto ao estilo cognitivo em relação ao desempenho total na escala IPM e em relação ao estilo cognitivo. Os estudantes com escore alto exclusivamente para a escala imagem objeto apresentaram melhor desempenho.

Inicia-se agora a análise relativa ao instrumento de imagem para reconhecimento da forma e para antecipação de movimentos o IRFAM.

3.12. O Instrumento de Imagem para Reconhecimento da Forma e para Antecipação de Movimentos – IRFAM

O sistema de análise a que o IRFAM foi submetido, após a aplicação aos 406 estudantes, passou por critérios estatísticos e teóricos iguais às técnicas adotadas para o instrumento anterior: a Análise Descritiva, e Teste de confiabilidade interna e o teste Krukal-Walis. O objetivo da avaliação do IRFAMI foi apresentar um segunda medida para os estudantes que foram avaliados em relação as diferente formas de lidar com as imagens, subjetivamente, por autoavaliação respondendo aos itens QVIOE. Esse instrumento apresenta para a pesquisa uma outra medida, objetiva, para avaliar como os estudantes lidam com a imagens diferentemente ora para reconhecer detalhes como nitidez, cor e forma e, ora para antecipação de movimentos como por ex. as dobraduras de sólidos planificados.

Os participantes foram avaliados pelo escore de 20 itens, sendo 10 criados para cada uma das duas escalas: escala para reconhecimento das formas (imagem objeto) e escala de antecipação de movimentos imagético (imagem espacial). Um conjunto de 10 variáveis (itens de 1 a 10) formaram a escala para reconhecimento da forma, sendo que o item 1 e 2 foram

avaliados separados dos demais itens e um outro conjunto de 10 variáveis (itens de 11 a 20) formaram a escala de antecipação dos movimentos.

3.12.1. A estatística descritiva

As variáveis da escala, para reconhecimento das formas, os itens 1 e 2 foram avaliados separados dos demais. No $item_{1,}$ 467 participantes, percentual válido da amostra 92.8%, preferiram expressar-se discursivamente e 35 participantes, percentual válido da amostra 7%, preferiram expressar-se por visualizações. Esse item apresentou a menor média M= 0,070 e DP= 0,055; min = 0 e max = 1, moda M_o = 0. No $item_{2,}$ 434 participantes, percentual válido da amostra 86,5%, preferiram expressar-se discursivamente e 68 participantes, percentual válido da amostra 86,5%, preferiram expressar-se por visualizações. Esse item apresentou a maior média com M = 0,134 e DP= 0,343; min = 0 e max = 1, moda M_o = 0.

As variáveis da escala para reconhecimento (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10) apresentaram média M= 0,657, com desvio padrão DP= 0,195. No $item_{10}$, 333 participantes, percentual válido da amostra 65,4 %, assinalaram a alternativa inadequada (erro) e 170 participantes, percentual válido da amostra 33,8 %, assinalaram a alternativa adequada (acerto). Esse item apresentou a menor média dada por M = 0,337 e DP= 0,473; min = 0 e max = 1, moda M_o = 0. No $item_6$, 457 participantes, percentual válido 90,9 %, assinalaram a alternativa adequada (acerto) e 46 participantes, percentual válido 9,1%, assinalaram a alternativa inadequada (erro). Esse item apresentou a maior média com M = 0,907 e DP= 0,291; min = 0 e max = 1, moda M_o = 1.

A escala antecipação de movimento os itens de 11 até 20 apresentou média M= 0,433, com DP= 0,2. No $item_{12}$, 412 participantes, percentual válido 81,9 %, assinalaram a alternativa inadequada (erro) e 91 participantes, percentual válido 18,1%, assinalaram alternativa adequada (acerto). A menor média alcançada pelos participantes foi: M= 0,181 e desvio padrão DP=0,385; min = 0 e max = 1, moda M_o = 0. E, por outro lado, o $item_{14}$, 130 participantes, percentual válido 25,8 %, assinalaram a alternativa inadequada (erro) e 373 participantes, percentual válido 74,2%, assinalaram alternativa adequada (acerto). A maior média alcançada pelos participantes foi M= 0,742 e desvio padrão DP=0,438; min = 0 e max = 1, moda M_o =1.

3.12.2. **A confiabilidade estatística**

Na Tabela 53, representa-se a confiabilidade estatística de ambos os alfas de Cronbach da escala IRFAM.

Tabela 53. A confiabilidade estatística

Escala	Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach Baseado em itens padronizados	Nº de Itens
IRFAM completa	0,669	0,658	20
Reconhecimento da forma	0,481	0,464	10
Antecipação de movimentos	0,589	0,583	10

Observa-se na Tabela 53 os valores dos alfas de Cronbach para os itens padronizados das duas escalas. Para a escala de reconhecimento da forma, observa-se α=0,481 e α=0,464; para a escala antecipação de movimento, observa-se α = 0,589 e α = 0, 583. As duas escalasapresentaram alfa abaixo do mínimo aceitável. Entretanto, os alfas da escala completa com valores α = 0,669 e α = 0, 658, verificou a confiabilidade aceitável.

Na Tabela 54, a estatística da escala é apresentada. Observa-se, na primeira e terceira coluna o valor da média, variando entre o mínimo de 4,334 (escala reconhecimento da forma) com desvio padrão DP=1,625 até o máximo de 5,258 (escala antecipação de movimento) com desvio padrão DP=2,116. O desvio padrão da variável antecipação de movimento é superior a variável.

Tabela 54. A estatística da escala.

Escala	Média	Variância	Desvio padrão	Nº de Itens
IRFAM completa	9,98	10,405	3,226	20
Imagem para Reconhecimento da Forma	5,463	3,033	1,742	10
Imagem para Antecipação de Movimento	4,3340	4,475	2,116	10

A Tabela 55 apresenta estatística item-total, onde pode se observar o efeito que a retirada de cada um dos itens provocaria no valor do alfa de Cronbach da escala.

Tabela 55. A estatística item-total para a escala para reconhecimento da forma.

Item	**Média da escala se o item fosse removido**	**Variância da escala se o item fosse removido**	**Correlação entre o Escore Item-Total**	**Alfa de Cronbach se Item fosse Removido**	**Alfa de Cronbach**
IRF 1	9,92	10,341	,003	**,674**	0,658
IRF 2	9,84	9,717	,258	,657	0,658
IIRF 3	9,19	9,814	,170	**,665**	0,658
IRF 4	9,44	9,552	,196	**,664**	0,658
IRF 5	9,12	9,836	,205	**,661**	0,658
IRF6	9,06	10,073	,160	**,665**	0,658
IRF 7	9,39	9,423	,245	,658	0,658
IRF 8	9,20	9,513	,286	,653	0,658
IRF 9	9,47	9,283	,286	,652	0,658
IRF 10	9,64	9,163	,354	,644	0,658
IAM11	9,59	9,597	,188	**,664**	0,658
IAM12	9,79	9,824	,171	**,665**	0,658
IAM13	9,26	9,104	,407	,639	0,658
IAM14	9,23	9,546	,254	,656	0,658
IAM15	9,39	9,005	,392	,639	0,658
IAM16	9,45	9,120	,343	,645	0,658
IAM17	9,65	9,649	,183	**,665**	0,658
IAM18	9,71	9,566	,233	**,659**	0,658
IAM19	9,71	9,647	,203	**,662**	0,658
IAM20	9,61	9,317	,288	,652	0,658

Na coluna da média da escala, se o item fosse retirado, observa-se que a média variou de valor mínimo M=4,347 com DP= 1,550 até o valor máximo M=5,393 e DP= 1,717. A maior redução na média foi para o $item_6$, pois a sua retirada reduziu a média da escala de M= 5,463 e DP=1,742 para M=4,347 e DP=1,550. Ao contrário, a menor redução da média observada foi para o $item_1$, pois a sua retirada reduziu a média da escala para M=5,393 e DP= 1,717.

Na terceira coluna, observou-se que os valores dos coeficientes de correlação entre escore e item variaram entre o valor mínimo de 0,024 ($item_1$) até o máximo de 0,282 ($item_9$). Todos os coeficientes apresentaram correlações com valores inferiores a 0,4, apresentando baixa correlação entre item e escala.

O coeficiente de determinação múltipla ou de explicação (R^2) está representado na 4ª coluna. A escala imagem para reconhecimento da forma apresentou o coeficiente de explicação, atingindo valor mínimo de 0,032, fornecendo a porcentagem de 3,2%, variação da escala que pode ser explicada pela variação $item_3$. O coeficiente de explicação atingiu valor

máximo de 0,273, fornecendo a porcentagem de 27,3% variação da escala que pode ser explicada pela variação $item_5$.

Comparando-se as duas últimas colunas "α de Cronbach se o item fosse removido" e "α de Cronbach da escala", observou-se que a simulação da retirada de itens da escala provocou a redução na confiabilidade da escala para todos os itens. A confiabilidade da escala atingiu o menor valor com a retirada do $item_9$, com a redução de α=0,481 para α= 0,422. Esse é um indicativo de que esse é o item que mais explica a variação da escala. Se o $item_1$ fosse removido da escala a confiabilidade atingiria o maior valor α=0,493, podendo trazer uma indicação de que o que este item foi um dos que menos contribuiu para explicar a variação da escala.

Observa-se também nessa escala que os itens (5, 6 e 9), se fossem removidos d escala produziram a redução no valor do α de Cronbach. A variação destes três itens pode explicar a variação da escala em 27,3%, 26,9% e 13,6%, respectivamente. Por outro o $item_1$ que menos explica a escala, pois, produziria, ao contrário, a menor redução no valor do α de Cronbach, indicativo de que o item pouco contribui para explicar a variação da escala. O $item_3$, $item_6$, $item_{12}$ e $item_{17}$ também foram itens que pouco explicaram a escala.

CAPÍTULO 4

Conclusões e discussões

4.1. Conclusões e discussões

Avaliar como as imagens visuais são usadas para resolver problemas envolve responder perguntas relacionadas as visualizações, a identificação do objeto e a representação mental da informação visual que são processos cognitivos de nível superior. A discussão teórica apresentada neste estudo destaca-se: as diferenças individuais podem influenciar os modos de representação verbal ou imagético na resolução de problemas; a função simbólica das imagens apresentada por Piaget e Inhelder (1971) influenciam as resolução de problemas e as representações semióticas diferenciadas em tratamentos e conversões na resolução de problemas.

As diferenças individuais representadas pelos estilos cognitivos que são variáveis da cognição que influenciam os métodos de representar a informação na resolução de problemas (Messik, 1995; Witkin, Goodenough & Oltman, 1979).

A função simbólica das imagens mentais descritas por Piaget e Inhelder (1971) como transformações ao longo das fases do desenvolvimento e o importante papel na resolução de problemas matemáticos. Esta função da imagem mental, segundo Piaget et al (1971), inicia-se de um relacionamento direto com o objeto; em uma fase seguinte, relaciona-se a partir de uma evocação de objetos ausentes e, finalmente, o relacionamento progride na fase da aquisição dos conceitos e a aprendizagem da escrita, como um ajudante simbólico possibilitando uma estreita colaboração entre aspectos da representação externa (figurativo) e da representação interna (operacional). Antes dessa fase a imagem mental não seria suficiente para as representações dos movimentos e das transformações relacionados aos objetos, pois o que possibilitaria essas representações dinâmicas seria a aquisição das operações lógicas.

A compreensão dos problemas matemáticos esta relacionado à transformações das representações semióticas e, segundo Duval (199, 2003) existem diferenças nestas representações em que podem ocorrer os tratamentos ou as conversões. Os tratamentos são transformações em que as representações se estabelecem em um mesmo sistema semiótico. E, as conversões que são transformações em que as representações se estabelecem com mudança de registro dentro das possibilidades semióticas. Quanto maior a diversidade de representações semióticas maior a compreensão sobre o que se esta representando.

Os resultados deste estudo a partir destas três perspectivas teóricas que os estilos cognitivos em três dimensões estão associados aos modos de resolução de problemas matemáticos representados pelas variáveis apresentadas no esquema a seguir:

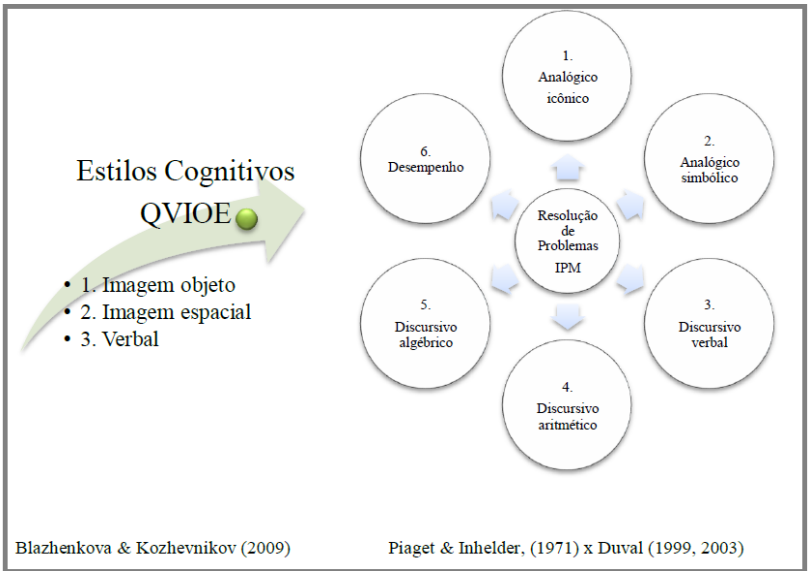


Figura 86. Resumo das principais variáveis que foram correlacionadas.

Os resultados desse estudo mostram que foi possível encontrar as diferenças individuais representadas pelos estilos cognitivos em três dimensões. Tais características dos estudantes foram reveladas a partir do modo que se relacionaram com os tipos de tarefas: verbais, imagens objeto e imagens espaciais que foram adotadas. Entretanto, foi observado que em um número de estudantes, bem inferior ao total de participantes, conseguiu atingir escore alto em uma das três escalas do QVIOE. Ainda que em um número pequeno de estudantes atingiram escore alto para o estilo cognitivo, isto não foi impedimento para a identificação das similaridades e das diferenças no modo de funcionamento cognitivo em relação as três dimensões dos estilos. Encontrou-se estudantes com estilos exclusivos apresentam pontuação alta em apenas uma das subescalas e os estudantes estilos híbridos apresentaram pontuação alta em duas subescalas e, também, em três subescalas. Os resultados possibilitaram apresentar evidências de validade na escala QVIOE e também, permitiu prosseguir as análises seguintes que dependiam das identificações dos estilos cognitivos.

Os resultados em relação às interações entre o desempenho e as representações analógicas mostraram diferenças significativas em doze problemas de um total de quinze que compõe o IPM. Dentre estes em apenas quatro problemas (3, 4, 11 e 13) o número de

estudantes com desempenho adequado foi superior ao número de estudantes com desempenho inadequado. Em todos os problemas o número de estudantes que não adoraram representações analógicas em suas conversões foi superior ao número de estudantes que adotaram. A maioria dos estudantes adotaram mudanças de registro com poucas possibilidades semióticas, visto que os enunciados dos problemas do IPM foram todos apresentados em discurso verbal e os registros de representação apresentados pelos estudantes nas resoluções foram em sua maioria tranformações de coversões para o resgistro discursivo aritmético. Também, alguns estudantes não conseguiram realizar as conversões, pois apresentaram as resoluções em mesmo registros discursvos apresentados nos enunciado, neste caso os estudantes se limitaram a realizar transformações de tratamento. Esse resultado numa perespectiva duvaliana indicaram pouca compreensão matemática dos estudantes aos problemas proposto no IPM.

Entretanto, uma minoria de estudantes adotaram representação analógica do tipo visual simbólica em dez problemas (2, 4, 5, 7,8, 9, 12, 11, 14 e 15) caracterizando uma função simbólica na representação que não estariam voltado para os elementos perceptuais do problema e, sim, para as representações dos movimentos e das transformações relacionados aos objetos como propôs Piaget (1971).

As interações entre as variáveis das escalas QVIOE e IPM a partir procedimento multivariado da análise de homogeneidade encontrou-se em sete problemas a proximidade entre as variáveis dos estilos cognitivos imagem espacial e desempenho adequado, enquanto que, observou-se a variável do estilo verbal com relação de proximidade com o desempenho inadequado em sete problemas. A observação que pode ser feita em relação a coerência deste último resultado visto que há de se esperar que os estudantes que preferem expressar-se verbalmente e lidar com a informação verbal buscaram resolver o problemas por tratamento da informação, expressando em mesmo registro um indicativo para Duval (1999, 2003) de não compreensão matemática.

O resultado da análise de regressão logística considerando como variáveis independentes os escores em cada um dos fatores da escala QVIOE – Imagem Objeto, Imagem Espacial e Verbal e como variável dependente o desempenho em cada um dos problemas do IPM apresentou uma maior probabilidade maior para o desempenho nos problemas matemático 3, 7, 9, 11 e 12 serem de aluno com estilo imagem espacial. Também, existe uma probabilidade maior para o desempenho nos problemas matemático 4 e 13 serem de alunos com estilo imagem objeto. No problema 2, aparecem duas variáveis preditivas, nesse caso existe uma a probabilidade maior para o desempenho nesse problema matemático

ser de aluno com estilo imagem objeto ou de aluno com estilo imagem espacial. No problema 14, também aparecem duas variáveis preditivas, nesse caso existe uma a probabilidade menor para o desempenho nesse problema matemático ser de aluno com estilo verbal e existe uma a probabilidade maior para o desempenho neste problema matemático ser de aluno com estilo imagem objeto.Entretanto, existe uma probabilidade menor para o desempenho dos alunos nos problemas matemático 6 e 15 serem de estilo verbal.

Em relação à análise de como as características sociais sexo se relacionam com o estilo cognitivo e habilidade visuais e espaciais, a literatura aponta: **Em** resultados obtidos nas análises entre o estilo cognitivo tridimensional e o sexo dos participantes, o sexo masculino tem desempenho melhor que o sexo feminino em testes de relações espaciais e o mesmo não acontecendo em tarefas com visualização (Linn & Petersen, 1985; Voyer, Voyer, & Bryden, 1995; Battista,1990). As diferenças em sexo e em habilidade verbal indicam vantagem no sexo feminino sobre o sexo masculino (Halpern, 2000; Hyde & Linn, 1988). Hyde & Linn (1988) colocam que as diferenças encontradas em meta-análise não parecem ser significativas. Para Blazhenkova e Kozhevnikov (2009), as diferenças entre o sexo masculino e o sexo feminino não foram significativas para a subescala OSIVQ verbal, entretanto, para a subescala OSIVQ espacial, com os alunos do sexo masculino, a pontuação foi maior do que com os alunos do sexo feminino e, para a subescala OSIVQ objeto, com os alunos do sexo feminino, a média foi maior do que com os alunos do sexo masculino.

Em relação à identificação de como as características sociais e de como o gênero se relacionam com o estilo cognitivo, neste estudo encontrou-se: para o escore alto exclusivo dos estudantes, o percentual do sexo masculino tanto para o estilo imagem espacial e quanto para o estilo imagem verbal foi maior do que o percentual de estudantes do sexo feminino; entretanto, o percentual do sexo feminino para estilo imagem objeto foi maior do que o percentual de estudantes do sexo masculino. Em relação à análise escore alto híbrido dos estudantes, o percentual do sexo masculino para o estilo verbal/espacial, o estilo objeto/espacial e o estilo verbal/objeto/espacial foi maior do que o percentual de estudantes do sexo feminino; entretanto, o percentual do sexo feminino para estilo verbal/bjeto foi maior do que o percentual de estudantes do sexo masculino.

Tentando responder como interagem os estilos cognitivos e desempenho na resolução de problema, os dados foram submetidos a três estatísticas. A primeira analise resultou do cruzamento das variáveis do desempenho inadequado e do desempenho adequado com estilos

cognitivos escore alto, baixo, e médio nas três escalas. Nesta análise, o estilo cognitivo imagem objeto interagiu significativamente nos problemas 1, 2 e 8. O estilo imagem espacial escore alto interagiu significativamente com desempenho adequado nos problemas 7 e 12. As diferenças entre estilo imagem objeto não foram significativas.

A segunda análise permitiu observar quais as variáveis tem proximidade com o desempenho adequado. Observa-se uma relação de proximidade entre as variáveis estilo imagem espacial e imagem objeto e ambas apresentaram, também, relação de proximidade com a variável desempenho adequado.

Tentando estabelecer os preditores do desempenho adequado para resolução de problemas, foi realizada uma série de regressão logística do tipo passo a passo, tendo como variáveis independentes os escores em cada um dos fatores da escala QVIOE – imagem objeto, imagem espacial e verbal e, como variável dependente, o desempenho em cada um dos problemas do IPM. O que resultou a partir dessas regressões é que o elemento que parece condicionar o desempenho adequado na resolução de problemas está condicionado é cada um dos três fatores da escala: imagem objeto, imagem espacial e verbal. Essa análise objetiva conhecer as variáveis que mais possam predizer desempenho adequado na resolução de problemas

O estilo imagem espacial explica o desempenho adequado nos problemas: 3 (balão), 7 (*Campo),* 9 (*Pêssego),* 11(carona) e 12 (molduras). O estilo imagem objeto explica o desempenho adequado nos problemas: 4 (corrida), 8(amigos) e 13(geleia). E ambos os estilos, imagem objeto e imagem espacial, explicam o desempenho adequado no problema 2 (balão). O estilo verbal não explicou o desempenho adequado nos problemas 6 (carpinteiro), 14 (navio) e 15 (fazenda).

Nesse caso, existe uma probabilidade maior para o desempenho nos problemas matemático 3, 7, 9, 11 e 12 ser de aluno com estilo imagem espacial. Também, existe uma probabilidade maior para o desempenho nos problemas matemático 4, 8 e 13 ser de alunos com estilo imagem objeto. No problema 2, aparecem duas variáveis preditivas, nesse caso, existe uma probabilidade maior para o desempenho nesse problema matemático ser de aluno com estilo imagem objeto ou de aluno com estilo imagem espacial. No problema 14, também aparecem duas variáveis preditivas, nesse caso existe uma a probabilidade menor para o desempenho nesse problema matemático ser de aluno com estilo verbal e existe uma a probabilidade maior para o desempenho nesse problema matemático ser de aluno com estilo

imagem objeto. Entretanto, existe uma probabilidade menor para o desempenho dos alunos nos problemas matemático 6 e 15 serem de estilo verbal.

E, finalmente, realizou-se análise das interações entre as variáveis do desempenho nos problemas e dos estilos cognitivos dos estudantes, verificando se existem diferenças significativas através do teste, não paramétrico, Krukal-Wallis. As diferenças estatísticas significativas entre as médias ordenadas permitem avaliar que as maiores diferenças ocorreram entre os grupos de estudantes com escore alto para estilo imagem objeto e com escore alto para estilo verbal em relação ao desempenho adequado.

4.2. Considerações Finais

É importante voltar para a pergunta que foi colocada inicialmente se existem as similaridades e as diferenças entre o modo de funcionamento cognitivo em relação aos estilos cognitivos dos estudantes? Com base nos resultados obtidos**,** é possível afirmar que sim e estas diferenças estão relacionadas a características sociais como gênero. Também, foi possível verificar, interações entre os estilos cognitivos dos estudantes e o desempenho, o sistema analógico e não analógico de representação dos problemas matemáticos.

É possível afirmar que à luz dos resultados obtidos neste estudo os estilos cognitivos imagem objeto e estilos imagem espacial dos estudantes explicam o desempenho adequado na resolução de problemas. Encontraram-se estudantes que pontuaram alto em mais de uma escala e esses estudantes apresentaram pontuação alta em duas escalas e nas três escalas. Entretanto, a maioria não atingiu o critério mínimo para o estilo ser identificado. A importância da identificação dos estilos cognitivos dos estudantes está na utilidade deste construto como vem sendo mostrado em estudos relacionados a comportamentos práticos, tais como desempenho escolar em matemática e em outras disciplinas, habilidades profissionais e satisfação profissional.

A maior contribuição que esta pesquisa pode trazer para área da Psicologia Cognitiva, da Educação e da Educação Matemática é sobre como os estilos cognitivos, tal como definido pela teoria do mental autorrelato, pode explicar e contribuir para o desempenho e formas de registros analógicos e não analógicos definidos pela teoria de Duval.

Nas diversas análises das respostas dos estudantes, pôde-se perceber que os estilos cognitivos tridimensionais estão intimamente relacionados com as resoluções de problemas

matemáticos. E os estilos imagem objeto e imagem dos estudantes estão relacionados a desempenhos adequados e ao uso de sistemas de visualizações.

O estilo cognitivo tem relações significativas nas características sociais de gênero. O sexo feminino prevalece no estilo imagem objeto e o sexo masculino prevalece imagem espacial e no estilo verbal. As diferenças de gêneros foram encontradas também neste estudo e isso reforça que o sexo masculino tem características diferentes do sexo feminino e essas diferenças precisam ser respeitadas para reverter às dificuldades apresentadas por estudantes.

A identificação dos estilos cognitivos dos estudantes pode trazer importantes informações não só como eles são em relação a uma tarefa matemática, mas sim como eles são em seu modo de agir em situações quotidianas, como eles se autoavaliam em relação a hábitos e preferências de aprendizagem na escola e fora dela e também e como é a autoestima em relação à habilidade na realização de tarefas verbais ou tarefas com imagens. É uma possibilidade de avaliar o estudante de uma forma mais próxima do que ele é de fato em relação as suas escolhas e preferências, enfim os seus estilos. Isso pode sinalizar importantes mudanças sobre as tomadas de decisões sobre a aprendizagem não em função somente do desempenho, mas sim em função das diferenças entre o modo de funcionamento cognitivo do estudante.

REFERÊNCIAS

Alencastro, L. S., Piccoli, L.F. & Gomes, W. B. (2010). A avaliação do estilo cognitivo verbal e visual: estrutura fatorial do questionário verbalizador visualizador. **Avaliação Psicológica**, n. 9, v.1, p. 35-41

Alencastro, L. S. (2009). **Relação entre estilo cognitivo verbal-visual, recordação e expressão narrativa de eventos autobiográficos.** Dissertação (Mestrado em Psicologia do Desenvolvimento) Universidade Federa do Rio Grande do Sul, RS.

Alves, E. V. (2005). **Um estudo exploratório das relações entre memória, desempenho e os procedimentos utilizados na solução de problemas matemáticos**. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação da UNICAMP. Campinas, SP.

Alves, E. V. (1999). **Um estudo exploratório dos componentes da habilidade matemática requeridos na solução de problemas matemáticos**. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de Educação da UNICAMP Campinas, SP.

Amar, R. & Levy, S. (1995). External variables in WSSA1: Prediction from a structural configuration. In Joop J. Hox, Peter Swanborn & G.J. Mellemberg (eds.), **Facet Theory: Theory and content** (pp. 187-196). Zeist: SETOS.

Anderson, K. L., Casey, , M. B.,Thompson, W. L, Burrage M. S., Pezaris, E. & Kosslyn, S. M. (2008). Performance on Middle School Geometry Problems With Geometry Clues Matched to Three Different Cognitive Styles. **Mind, Brain, and Education Society and Wiley Periodicals**, v.2.n.4

Bariani, I. C. D. (1998). **Estilos cognitivos de universitários e iniciação científica.** Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, UNICAMP. Campinas-SP

Battista, M. T. (1990). Spatial visualization and gender differences in high school geometry. **Journal of Research in Mathematics Education.** *v.21, p.*47-60.

Broswwell, D.L. & Picket, J.A. (1991) A study of the interna consistency and factor structure of the verbalizer-visualize questionnair. **Journal of Mental Imagery**, v. 15, p. 33-36

Berry, J. W., Poortinga, Y., Segall , M. H. & Dasen, P. R. (2008). **Cross-Cultural Psychology: Research and aplictions**. 2ª edição. United Kingdom.Cambridge.

Blazhenkova, O., Becker, M. & Kozhevnikov, M. (2011). Object-patial imagery and verbal cognitive styles in children and adolescents: Developmental trajectories in relation to ability. **Learning & Individual Differences**.Jun2011, V. 21 N.3, p. 281.

Blajenkova, O. Kozhevnikov, M. & Motes, M. A. (2006). Object-Spatial Imagery: A New Self-Report Imagery Questionnaire. **Applied cognitive psychology**, v. 20, p. 239-263

Borg I. & Lingoes, J.C. (1987). **Multidimensional similarity structure analysis.** New York: Springer.

Casey , M. B. , Nuttall , R. L. , & Pezaris , E . (1997). Mediators of gender differences in mathematics college entrance test scores: A comparison of spatial skills with internalized beliefs and anxieties .**Developmental Psychology**, *33* , p. 669 – 680 .

Câmara, M. dos Santos & Lima, P. F**. Considerações sobre a matemática no ensino fundamental.** Anais do I Seminário Nacional: Currículo em Movimento – Perspectivas Atuais. Belo Horizonte, novembro de 2010

Campos, A. (2011) Internal consistency and construct validity of two versions of the revised vividness of visual imagery questionnaire. **Perceptual and Motor Skills**: Volume 113, Issue, pp. 454-460. doi: 10.2466/04.22.PMS.113.5.454-460

Campos, A. & Pérez-Fabello M. J. (2011). Factor structure of the Spanish version of the Object-Spatial Imagery and Verbal Questionnaire. **Psycholical Reports.** Apr:108(2):470-6.

Churchill, G. A. JR. A paradigm for developing better measures of marketing constructs. **Journal of Marketing Research**, v. 16, p. 64-73, 1979

Coll, C. (1987). ***Psicologia e Currículo***. Trad. Claudia Schilling do original Psicologia y Curículo. São Paulo: Editora Ática.

Cohen, E.H. (1995). Toward a strategy of excellence: A systemic analysis & policy research based on external variables in SSA. In: Joop J. Hox, Peter Swanborn & G.J. Mellemberg (Eds.), **Facet Theory: Theory and Content** (pp. 55-62). Zeist: SETOS

Dancey, C.& Reidy, J.(2006). **Estatística sem matemática para Psicologia Usando SPSS para Windows**. Tradução Loli Viali. Porto Alegre: Artmed.

Davis, P. J. & Hersh, R. **A Experiência Matemática**. Tradução João Bosco Pitombeira Rio de Janeiro: Editora Francisco Alves, 1989.

Dewey, J. **Experiência e educação**; Tradução de Anísio Teixeira. 2ª ed São Paulo: Ed. Nacional , 1976. v.131.

Dörfler, W. (1991). Meaning: Image schemata and protocols. In: F. Furinghetti (Ed.), **Proceedings of the 15th PME International Conference**, v.1, p.17-32.

Dörfler, W. (1993). Fluency in a discourse or manipulation of mathematical objects? In I. Hirabayashi, N. Nohda, K. Shigematsu, & F.-L. Lin (Eds.), **Proceedings of the 17th PME International Conference**, *v. 2*, p.145-152.

Dreyfus, T. (1991). On the status of visual reasoning in mathematics and mathematics education. In F. Furinghetti (Ed.), **Proceedings of the 15th PME International Conference**, v. 1, p. 33-48.

Dreyfus, T., & Eisenberg, T. (1990). On difficulties with diagrams: Theoretical issues. In G. Booker, P. Cobb, & T. de Mendicuti (Eds.), **Proceedings of the 14th PME International Conference,** v.1, p. 27-36.

Duval, R. (1999) **Representation, vision and visualization: cognitive functions in mathematical thinking basic issues for learning**. In: Proceedings of the Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of the Mathematics Education 21st, Guernavaca, Morelos, Mexico, p.23-36

Duval R. (1995). **Sémiosis et pensée humaine**. Bern: Peter Lang.

Duval, R. (2003). Registros de representações semióticas e funcionamentos cognitivos da compreensão em matemática. In: Silvia Dias Alcântara Machado (org). **Aprendizagem em matemática: Registro de representação semiótica.** Campinas: Papirus, pp. 11-33.

Edwards, J. E. & Wilkins, W. (1981) Verbalizer-visualizer quesrionnaire. Relationship with imagery and verbal-visual ability. **Journal of Mental Imagery**, n.5, p. 137-142.

Eliot, J. & Smith, I.M.(1981). **An International Directory of Spatial Tests.** USA: The NFER-NELSON Publishing Company Ltd. Recuperado em 06 de junho, 2010, de http://drc.ohiolink.edu/bitstream/handle/2374.OX/30659/Eliot%20Spatial%20Test%20Collection.

Forgas, J.P. (1980) Images of crime: a multidimensional analysis of individual differences in crime perception. **International Journal of Psychology**, 15, 287-299.

Frota, M. C. R. (2006) **Estilos de Aprendizagem Matemática de Estudantes da Área de Ciências Sociais Aplicadas.** In: Seminário internacional de pesquisa em educação matemática, 3, 2006, Águas de Lindóia: SBEM, 2006.

Frota, M. C. R. (2010). Perfis de Estilos de Aprendizagem Matemática de Estudantes Universitários. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 1, n.12, p.89-110.

Gardner, H. (1996). **A nova ciência da mente**. 5ª edição. Tradução de Claudia Malbergier Caon. São Paulo: Editora Universitária de São Paulo.

Gregorc, A. R. (1982). **Style delineator**. Maynard, M.A.: Gabriel Systems. 61

Guilford, J. P. (1967). **The Nature of Human Intelligence**. New York: McGraw-Hill.

Guttman, L. (1959). **Introduction to facet design and analysis**. Proceedings of the 15th International Congress of Psychology.Brussels, (p.130-132). Amsterdam: North Holland.

Guttman, L. (1965). A General nonmetric technique for finding the smallest co-ordinate space for a configuration of points. **Psychometrika**, 33, p. 469-506.

Guttman, L. (1992). The irrelevance of factor analysis for the study of group differences. **Multivariate Behavioral Research,** v.27, p.175-204.

Guttman R. & Greenbaum C. W. (1998). Facet Theory: Its development and Current Status. **European Psychologist**.n. 3 v.1, 13-36.

Halpern, D. F. (2000). **Sex differences in cognitive abilities**. Mahwah, NJ, USA: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Hegarty, M., & Kozhevnikov, M. (1999). Types of visual-spatial representations and mathematical problem solving. **Journal of Educational Psychology**. v. 91, p.684–689.

Hyde, J. S., & Linn, M. C. (1988). Gender differences in verbal ability: A meta-analysis.

Psychological Bulletin. v. 104, p.53–69

James, T. W. & Kimura, D. Sex differences in remembering the locations of objects in an array: location-shifts versus location-exchanges. **Evolution an Human Behavior**. n.18, pp. 155-163.

Kagan, J. (1966). Reflection–impulsivity: The generality and dynamics of conceptual tempo. **Journal of Abnormal Psychology**, n.71, p. 17-24.

Kirton, M. J. (1994). **Adaptors and innovators**. London: Routledge.

Kosslyn, S. M. (1994). **Image and brain: The resolution of the imagery debate**. Cambridge, MA: MIT Press.

Kosslyn , S. M. , & Thompson , W. L . (2003). When is early visual cortex activated during visual mental imagery? **Psychological Bulletin** , *129* , p.723-746

Kozhevnikov, M. Motes, M. A. & Hegarty, M. (2008). Spatial Visualization in Physics Problem Solving. **Cognitive Science: A Multidisciplinary Journal**. n. 31, v. 4, p. 549-579. doi:10.1080/15326900701399897

Kozhevnikov, M. (2007). **Integrated Framework of Cognitive Style**. Recuperado em 5 de julho, 2010, de http://www.nmr.mgh.harvard.edu/mkozhevnlab/?tag=theoretical-model

Kozhevnikov, M. Kosslyn S. & Shephard, J. (2009). Spatial versus object visualizers: A new characterization of visual cognitive style. **Applied Cognitive Psychology**. v. 23, p. 638-663.

Lean G. & Clements, M. A.(Ken). (1981). Spatial ability, visual imagery, and mathematical performance. **Educational studies in mathematics** 12, p. 267-299. DO: 0013-1954/81/0123-02675

Lemes, S. de S. **Os estilos cognitivos - dependência e independência de campo - na formação e no desempenho acadêmico em duas diferentes áreas de conhecimento: exatas e humanas.** 1998. 132 f. Tese (Doutorado em Psicologia Escolar e do Desenvolvimento Humano). Universidade de São Paulo, São Paulo.

Levy, S. (1994). Lawful roles of facets in social theories. In. D. Canter (org.) **Facet teory. Aproaches to social research.** New York: Spring-Verlag.

Linn, M. C., & Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial abilities: a meta-analysis. **Child Development**, 56, 1479–1498.

Lingoes, J. C. (1968). **The multivariate analysis of qualitative data. Multivariate Behavioral Research**, 3, 61-94.

Mayer, R. E & Massa, Laura J. (2003)Three Facets of Visual and Verbal Learners: Cognitive Ability, Cognitive Style, and Learning Preference. **Journal of Educational Psychology**.Vol. 95, No. 4, 833–846. DOI: 10.1037/0022-0663.95.4.833

Maroco, J. & Garcia Marques, T.(2006) Qual a fiabilidade do alfa de Cronbach? Questões antigas e soluções modernas? **Laboratório de Psicologia**, 4(1): 65-90.

McKelvey, B. (1994). Evolution and organization science. In J. A. C. Baum and J. V. Singh (eds.). **Evolutionary Dynamics of Organizations**. New York, Oxford University Press, pp. 314-326

Medeiros, C. **An Investigation into Errors Made in Attempts to Solve Mathematical Problems**. PhD Thesis, The University of Leeds, England, 1992.

Messik, S. (1995). Validity of psychological assessment. **American psychologist**, n. 50, p. 741-749.

Montoya, O. D. (2005). Pi**aget: Imagem Mental e Construção do Conhecimento.** São Paulo: Editora Unesp.

Murphy, K. R., & Davidshofer, C. O. (1988). **Psychological testing: Principles and applications.** Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.

Nunnaly, J. (1978). **Psychometric theory**. New York: McGraw-Hill.

Paivio, A. (1971) **Imagery and verbal processes**. Nova York: Holt, Rinehart & Wiston.

Pacheco, A.B. & Roazzi, A. (2011) **Estilos cognitivos: duas dimensões psicológicas na resolução de problemas.** XIII CIAEM. Conferencia Interamericana de Educação Matemática. 26 a 30 de junho. Recife/PE

Pacheco, A. B. , Roazzi, A & Lautert, S.L. (2011) **Estilos Cognitivos: medidas de avaliação psicológica revelando características do aluno na resolução de problemas matemáticos**. V Congresso Brasileiro de Avaliação Psicológica. 31/05 a 04/06 Bento Gonçalves/RS

Pacheco, A. B. & Roazzi, A. **O estilo cognitivo como um caminho para investigações em resolução de problemas. 7º Congresso Norte e nordeste em Psicologia, 11 a 14 de maio de 2011. Salvador/BA.**

Pask, G. (1976) Styles and strategies of learning, **British journal of Educational Psychology**, n. 46, p. 128-148.

Pereira, A. (1999). SPSS Guia Prático de Utilização, Edições Sílabo, Lisboa

Peterson, R. A. (1994). Ameta-analysis of Cronbach's coefficient alpha. J*ournal of*. **Consumer Research**, *21*(2), 381-391

Piaget, J. (1991) **Seis Estudios de Psicología**. Trad. de Jordi Marfá. Editorial Labor, Barcelona.

Piaget, J. & Inhelder (1971). Mental **Imagery in the Child: astudy of development of imaginal representation.** BasicBooks Inc. publishers, New York Traduzido do francês para o inglês por P. A. Chilton do original L'Image Mentale chez L'Enfant

Pitta, K. B., Santos,L. A. D., Escher, C.A. & Roazzi, A. (1995). Categorização, formação de conceitos e processos de construção de mundo: Procedimento de classificações múltiplas para o estudo de sistemas conceituais e sua forma de análise através de métodos de análise multidimensionais. **Cadernos de Psicologia**, v.1, p. 1-27.

Polya, G. (1978) **A Arte de Resolver Problemas**. Trad. Heitor Lisboa Araújo do original: How to Solve it. Rio de janeiro: Ed. Interciência, 1978.

Pylyshyn Z. W (1973). What the mind's eye tells the mind brain: a critique of mental imagery, **Psgchological Bulletin**, n. 80, p.1-24

Presmeg, N. C. (1991). Classroom aspects which influence use of visual imagery in high school mathematics. In F. Furinghetti (Ed.), **Proceedings of the 15th PME International Conference,** *v. 3*, p. 191-198.

Presmeg, N. C., & Bergsten, C. (1995). **Preference for visual methods: An international study**. In L. Meira & D. Carraher (Eds.), Proceedings of the 19th PME International Conference, v.3, p. 58-65.

Presmeg, N. C. (1997a). Reasoning with metaphors and metonymies in mathematics learning. In L. D. English (Ed.), **Mathematical reasoning: Analogies, metaphors and images**. p. 267-279. Mahwah, NJ: Erlbaum. 63

Presmeg, N. C. (1997b). Generalization using imagery in mathematics. In L. D. English (Ed.), **Mathematical reasoning: Analogies, metaphors and images** p. 299-312. Mahwah, NJ: Erlbaum.

Premeg, N. C. (2006). Research on visualization in learning and teaching mathematics. In: Ángel Gutiérrez, Paolo Boero (Eds.) **Handbook of research on the psychology of mathematics education: Past, Present and Future. Emergence from psychology.** p. Sense Publisher

Richardson (1977). Verbalizer-visualizer: a cognitive style dimension**. Journal of Mental imagery**, n.1, p. 109-105

Roazzi, A. & Dias, M. G. B. B. (2001). Teoria das facetas e avaliação na pesquisa social transcultural: Explorações no estudo do juízo moral. In: Conselho Regional de Psicologia – 13ª Região PB/RN (Ed.) **A diversidade da avaliação psicológica: Considerações teóricas e práticas** João Pessoa: Ideia. p. 157-190.

Roazzi (1995) Categorização, formação de conceitos e processos de construção de mundo: sistemas conceituais e sua forma de multidimensionais. **Caderno de Psicologia**. n. 1. UFPE.

Santos, A. A. A.; Sisto, F. F. E Martins, R. M. M. **Estilos cognitivos e personalidade**: **um estudo exploratório de evidências de validade**. *Psico-USF (Impr.)* [online]. 2003, vol.8, n.1, pp. 11-19. ISSN 1413-8271.

Riding, R. J.& Calvey, I. (1981). The acessment of verbal-imagery learning styles and their effect on the recall of concrete and abstract proses passages by eleven year-old children. **British journal of Psychology.** n.72, p.59-64.

Riding, R. J. & Cheema, I. (1991). Cognitive styles: an overview and integration. **Educational Psychology**, n. 11 v. 3 & 4, p.193-215.

Riding , R. J., Buckle, C. Thompson, S., Hagger, E. (1989). The computer determination of learning styles as an aid to individualized computer based training. **Educational and training tecnology international**, n. 26, p. 393-398

Riding, R. J. & Rayner, S. (2005). **Cognitive Styles and Learning Strategies: Understanding Style Differences in Learning and Behaviour**. London: David Fulton Publisher.

Sampaio, L.R.(2007) **Produtividade, necessidade e empatia: relações entre julgamentos distributivos, consideração empática, angústia pessoal e tomada de perspectiva.** Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Psicologia Cognitiva, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 293p.

Santaella, L. (1983). **O que é Semiótica.** São Paulo: Brasiliense.

Souza, B. C. (2004). **A teoria da mediação cognitiva: os impactos cognitivos da hipercultura e da mediação digital**. Tese (doutorado). Universidade Federal de Pernambuco. CFCH. Psicologia.

Swanson, L. (1978). Verbal encoding effects on the visual short-term memory of learning disabled and normal readers. **Journal of Educational Psychology**, n. 70, p. 539-544.

Sternberg, R. J., & Zhang, L. F. (2001). Thinking styles across cultures: Their relationships with student learning. In R. J. Sternberg & L. F. Zhang (Eds.), **Perspectives on thinking, learning and cognitive styles** (pp. 227–247). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Valent, P. (1999).Trauma and fulfillment therapy: a wholist framework. Autralia:Macmilann the Elementary Grades. **School Science and Mathematics**. v. 82, n.2, pp. 93-98.

Viana, O. A., Brito, M. R. F. (2004). As Atitudes de Alunos do Ensino Médio em Relação à Geometria: Adaptação e Validação de Escala. **Anais do VII Encontro Nacional de Educação Matemática**, Recife, Brasil

Voyer , D. , Voyer , S. , & Bryden , M. P. (1995). Magnitude of sex differences in spatial abilities: A meta-analysis and consideration of critical variables. **Psychological Bulletin**, n.*117*, 250 -270 .

Young, F. W. (1987). Multidimensional Scaling: History, **Theory and applications**. Ed. Robert M. Hamer. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

Wielewski, G. D. (2005)**Aspectos do Pensamento Matemático na Resolução de Problemas: uma apresentação contextualizada da obra de Krutetskii**. Tese

(Doutorado em Educação Matemática) — Centro de Ciências Exatas e Tecnologias, PUC-SP, São Paulo (SP).

Witkin, H.A., Goodenough, D.R. & Oltman, P. (1979) Psychological differentiations: current status. **Journal of personality and social Psychology**. n. 37. p.1127-1145.

ANEXOS

Anexo 1: TCLE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Projeto de pesquisa:

O ESTILO COGNITIVO VERBAL E DAS IMAGENS OBJETO/ESPACIAL: TRÊS DIMENSÕES PSICOLÓGICAS APONTANDO CAMINHOS PARA A COMPREENSÃO DE ASPECTOS DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS.

Pesquisador Responsável (orientador): Antonio Roazzi
End: Rua Acadêmico Helio Ramos s/n Centro de Filosofia de Ciências Humanas, 8 Andar – Recife PE
Programa de Pos graduação de Psicologia Cognitiva..
Tel: 81 2126 8272/ 21267330
Email: roazzi@gmail.com
Pesquisador Responsável (orientanda): Auxiliadora Baraldi Pacheco
End: Rua Acadêmico Helio Ramos s/n Centro de Filosofia de Ciências Humanas, 8 Andar – Programa de Pos graduação de Psicologia Cognitiva..
Tel: 81 2126 8272/ 21267330 /82 99215970
Email: barauxi@gmail.com
Comitê de Ética
End:Rua Acadêmico Helio Ramos s/n, Recife PE
Centro de Ciências da Saúde da universidade Federal de Pernambuco
Tel: 81 2126 8588

1. Natureza da pesquisa

Você esta sendo convidado a participar desta pesquisa, que tem como finalidade compreender a compreender e explicar como as habilidades matemáticas e a motivação e as atitudes frente à matemática podem interferir no desempenho em resolução de problemas. Pretendemos avaliar os estilos cognitivos na dimensão imagética, as habilidades visuo-espaciais e o desempenho na resolução de problemas matemáticos. Sendo identificadas estas dimensões, o que prevalecerá como características individuais dos alunos para resolver problemas: os estilos verbais, os estilos imagéticos espaciais ou os estilos imagéticos do objeto?

2. Participantes da pesquisa

Aproximadamente 500 adolescentes brasileiros de idades entre 15 a 18 anos.

3. Envolvimento na pesquisa

Ao participar deste estudo você deve permitir que seu(ua) filho(a) participe de uma bateria de testes verbais e não verbais. Estes testes ocorrerão na escola. Você tem a liberdade de recusar a participação de seu filho em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer prejuízo para você e para ele(a). Sempre que quiser você poderá pedir mais informações sobre a pesquisa, uma cópia será entregue ao senhor(a). Poderá entrar em contato com o coordenador da pesquisa através dos telefones: 81 2126 8272/ 21267330 /82 99215970

4. Sobre as entrevistas

Ao participar deste estudo seu(ua) filho(a) irão serem solicitados a responderem uma bateria de 06 testes verbais e não verbais onde serão interrogadas acompanhando o ritmo de compreensão dos adolescentes.

5. Riscos e desconforto

Consideramos como riscos da participação de seu filho nessa pesquisa a possibilidade remota: 1. de constrangimento para os sujeitos envolvidos ao responderem os questionários; 2. a

dificuldade para responder as tarefas. Consideramos tal possibilidade remota porque os adolescentes deverão se sentir livres para responder ou não as tarefas solicitadas e porque procuraremos evitar tais constrangimentos, conversando com os estudantes e enaltecendo o valor da participação deles nessa pesquisa. Além disso, lhes comunicaremos que quaisquer que sejam as respostas, sejam elas corretas ou erradas, por eles apresentadas, elas serão muito bem vindas pois sempre trazem contribuições para o estudo.

Consideramos como benefícios: 1. a possibilidade de vir a melhorar a qualidade do ensino para eles e outros adolescentes; 2. o envolvimento dos adolescentes com estas tarefas não lhes trará nenhum malefício; ao contrário, se constituirá em um experiência de vida que contribuirá para sua maturidade como futuros adultos e 3. a possibilidade de melhorar o entendimento dos conceitos matemáticos e particularmente aqueles envolvidos na resolução de problemas matemáticos. Os procedimentos utilizados nesta pesquisa seguem as normas estabelecidas pela Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e não oferecem risco a sua integridade física, psíquica e moral. Nenhum dos procedimentos utilizados oferece riscos a sua dignidade.

6. Confidencialidade

Todas as informações coletadas neste estudo são confidenciais. Os questionários serão identificados com um código em substituição ao nome de quaisquer dos participantes. Apenas os pesquisadores envolvidos terão acesso integral aos dados. Os dados encontrados poderão ser divulgados em publicações, conferência ou em situações de ensino e seguirá a mesma conduta, omitindo os dados pessoais dos participantes.

7. Benefícios

Ao participar desta pesquisa, o seu filho ou sua filha poderá não ter um benefício imediato, mas ele ou ela estará contribuindo para uma melhor qualidade do ensino de Matemática na Instituição em que ele ou ela estuda, especificamente no campo da resolução de problemas. O seu filho ou a sua filha estará ainda colaborando em um estudo sobre o desenvolvimento de processos cognitivos o qual poderá beneficiar não apenas eles mesmos, mas todo um grupo social mais amplo. Além disso, no futuro, essas informações por eles fornecidas poderão ser usadas em benefício de pesquisas futuras.

8. Pagamento

Você não terá nenhum tipo de despesa por participar desta pesquisa. E nada será pago por sua participação.

Tendo em vista os itens acima apresentados, eu _____ _____ de forma livre e esclarecida, manifesto meu interesse em participar da pesquisa.

Satuba, / /

_____

Assinatura do Pesquisador

_____

Nome da(o) Participante

_____

Assinatura da(o) Participante

_____

Nome da(o) Responsável

_____

Assinatura do Responsável

_____ _____

1ª. Testemunha 2ª. Testemunha

Anexo 2. QVIOE

Questionário Verbal e das Imagens Objeto-Espacial (QVIOE)

Object-Spatial Imagery and Verbal Questionnaire (OSIVQ)

INSTRUÇÃO: Este é um questionário cujo objetivo é identificar a maneira como você pensa. Por favor, leia as instruções a seguir e classifique cada um delas em uma escala de 1 a 5 pontos, assinalando com um X Assinale "5", quando você estiver absolutamente de acordo com a afirmação que o descreve; Assinale "1", quando você discordar totalmente da afirmação; e assinale "3" se você não tem certeza, mas, mesmo assim, tenta fazer uma escolha. Indicando um dentre os cinco pontos colocados abaixo de cada uma das descrições, de modo a caracterizar com a maior exatidão possível a maneira que você pensa. É muito importante que você responda a todos os itens do questionário.

1	DISCORDO TOTALMENTE
2	DISCORDO
3	NÃO TENHO CERTEZA
4	CONCORDO
5	CONCORDO TOTALMENTE

1. Sou muito bom como estudante na geometria de três dimensões

1	2	3	4	5

2. Tenho dificuldade em me expressar na escrita.

1	2	3	4	5

3. Se me pedirem para escolher entre as profissões de engenharia e de artes visuais, preferiria engenharia.

1	2	3	4	5

4. Minhas habilidades verbais fariam uma carreira na linguagem artística relativamente fácil para mim.

1	2	3	4	5

5. A arquitetura me interessa mais do que a pintura.

1	2	3	4	5

6. Minhas imagens são muito coloridas e brilhantes.

1	2	3	4	5

7. Prefiro diagramas esquemáticos e croquis durante a leitura de um livro em vez de ilustrações coloridas e gravuras.

1	2	3	4	5

8. Conto piadas e histórias melhor do que a maioria das pessoas

1	2	3	4	5

9. Escrever um texto é difícil para mim e eu não aprecio fazer isso de maneira alguma.

1	2	3	4	5

10. Minhas imagens se parecem mais com representações esquemáticas de coisas e de eventos do que com imagens detalhadas.

1	2	3	4	5

11. Quando leio uma ficção, eu geralmente formo uma imagem mental clara e detalhada de uma cena ou de uma sala que foi descrita.

1	2	3	4	5

12. Se me pedissem para escolher entre as profissões de engenharia ou de artes visuais, eu escolheria artes visuais.

1	2	3	4	5

13. Tenho uma memória fotográfica.

1	2	3	4	5

14. Posso facilmente imaginar e girar mentalmente figuras geométricas tridimensionais.

1	2	3	4	5

15. Gosto de figuras com cores brilhantes e de formas incomuns como as de arte moderna.

1	2	3	4	5

16. Minhas habilidades verbais são excelentes.

1	2	3	4	5

17. Quando penso sobre um conceito abstrato (ou na construção de um conceito), imagino uma construção esquemática abstrata, na minha mente ou no seu projeto, melhor do que uma construção concreta específica.

1	2	3	4	5

18. Quando entro em uma loja familiar para obter um item específico, eu posso facilmente visualizar a localização exata do produto que procuro e da prateleira que se encontra, bem como estão organizados os artigos ao redor.

1	2	3	4	5

19. Montando os kits de móveis (por exemplo, um suporte de TV ou uma cadeira), é mais fácil para mim quando as instruções são detalhadas verbalmente do que quando eu só tenho um diagrama ou figuras.

1	2	3	4	5

20. Minhas imagens são muito nítidas e fotográficas.

1	2	3	4	5

21. Quando explico alguma coisa, eu prefiro dar explicações verbais a fazer desenhos ou croquis.

1	2	3	4	5

22. Se alguém me desse dois números com dois algarismos para adicionar, por exemplo, 43 e 32, eu faria a adição sem visualizar estes números.

1	2	3	4	5

23. Minhas imagens mentais de objetos diferentes assemelham-se em tamanho, forma e cor aos objetos reais que tenho visto.

1	2	3	4	5

24. Geralmente não tento visualizar ou esboçar diagramas quando leio um livro.

1	2	3	4	5

25. Normalmente não experimento muitas imagens vívidas espontâneas, eu uso a minha imaginação mental, na maioria das vezes, quando tento resolver alguns problemas como os de matemática.

1	2	3	4	5

26. Quando imagino o rosto de um amigo, tenho uma imagem perfeitamente clara e brilhante.

1	2	3	4	5

27. Tenho excelentes habilidades em gráficos técnicos

1	2	3	4	5

28. Quando eu me lembro de uma cena, eu uso melhor as descrições verbais do que as imagens mentais.

1	2	3	4	5

29. Posso me lembrar muito de detalhes visuais que ninguém viu. Por exemplo, eu simplesmente perceberia algumas coisas como a cor da camisa de alguém ou a cor dos seus sapatos.

1	2	3	4	5

30. Posso facilmente esboçar um projeto para uma construção que eu estou familiarizado.

1	2	3	4	5

31. Na escola, eu não tenho problemas com geometria.

1	2	3	4	5

32. Sou bom em jogos espaciais, envolvendo a construção de blocos e papel (por exemplo, Lego, Tetris, Origami).

1	2	3	4	5

33. Algumas vezes, as minhas imagens são tão vívidas e persistentes que é difícil de ignorá-las.

1	2	3	4	5

34. Posso fechar meus olhos e facilmente imaginar uma cena que eu experimentei.

1	2	3	4	5

35. A minha fluência é acima da média no uso das palavras.

1	2	3	4	5

36. Prefiro ter uma descrição verbal de um objeto ou pessoa, do que uma gravura.

1	2	3	4	5

37. Estou sempre ciente da estrutura das frases.

1	2	3	4	5

38. Minhas imagens são mais esquemáticas do que coloridas e pictóricas.

1	2	3	4	5

39. Eu aprecio ser capaz de reformular os meus pensamentos, de muitas maneiras, por razões variadas tanto na escrita como na fala.

1	2	3	4	5

40. Eu me lembro de tudo visualmente. Posso contar o que as pessoas usavam para um jantar e posso falar sobre a maneira como eles se sentaram e a aparência deles, provavelmente, em mais detalhes do que eu poderia discutir o que eles disseram.

1	2	3	4	5

41. Algumas vezes eu tenho problemas para expressar exatamente o que eu quero dizer.

1	2	3	4	5

42. Acho que é difícil imaginar como uma figura geométrica tridimensional se pareceria exatamente quando girada.

1	2	3	4	5

43. Minhas imagens visuais estão na minha cabeça o tempo todo. Elas só estão lá.

1	2	3	4	5

44. Minhas habilidades gráficas fariam uma carreira na arquitetura relativamente fácil para mim.

1	2	3	4	5

45. Quando ouço um locutor de rádio ou um DJ que realmente nunca vi antes, eu geralmente me encontro imaginando com quem ele ou ela se pareceria.

1	2	3	4	5

Nome: _____ **Nº:**_____

1. O questionário OSIVQ foi desenvolvido por Olesya Blazhenkova & Maria Kozhevnikov (2008).

2. Todos os direitos do questionário OSIVQ são reservados e nenhuma parte pode ser reproduzida sem a permissão prévia da Rutgers University.

Anexo 3. IPM

Instrumento de Processamento Matemático (IPM)
Mathematical Processing Instrument (MPI)

Instruções:
Você deverá resolver os problemas a seguir. Caso necessite fazer algum cálculo, não o apague, deixe anotado a lápis todo o seu processo de resolução.

1. Nas duas extremidades de um caminho estreito, um homem plantou uma árvore e, em seguida, plantou outras árvores, uma a cada 5 m ao longo desse caminho. O comprimento total do caminho mede 15 metros. Quantas árvores foram plantadas?

2. De um lado de uma balança, tem um peso de ½ kg e meio tijolo. No outro lado, tem um tijolo inteiro. A balança está equilibrada. Qual é o peso do tijolo?

3. Um balão primeiro subiu 200 m acima do chão, então, moveu-se 100 metros em direção a leste e, em seguida, desceu 100 metros. Prosseguiu a viagem 50 m a leste e, finalmente, desceu diretamente para o chão. Qual a distância desse balão para o seu ponto de partida?

4. Em uma corrida de atletismo, Jim está 4 m à frente de Tom; e Peter está 3 m atrás de Jim. Qual é a distância que Peter está à frente de Tom?

5. Um quadrado (A) tem uma área de 1 metro quadrado. Outro quadrado (B) tem os lados com o dobro da medida. Qual é a área do quadrado B?

6. Um homem cortou uma longa vara de madeira em seis pedaços menores, cada pedaço com 2 metros de comprimento. Então, ele descobriu que sobrou um pedaço de 1 m de comprimento. Qual o comprimento total da vara?

7. A área de um campo retangular mede 60 metros quadrados. Se o seu comprimento mede 10 m, qual a distância que você teria percorrido se caminhasse todo o trajeto ao redor do campo?

8. Três amigos, Jack, Paul e Brian, fazem aniversário em 01 de janeiro, entretanto, Jack é um ano mais velho do que Paul e, também, Jack é 3 anos mais jovem do que Brian. Se Brian tem 10 anos, quantos anos têm Paul?

9. O diâmetro de uma lata de pêssegos mede 10 cm. Quantas latas caberão em uma caixa medindo 30 cm por 40 cm (uma camada somente)?

10. Quatro mudas de árvores foram plantadas em uma fila medindo 10 m de comprimento. Um poço foi colocado próximo à última árvore. Um balde d'água será necessário para regar duas árvores. Qual a distância que um jardineiro teria que caminhar, ao todo, se ele tivesse água para regar quatro árvores usando apenas um balde?

11. Um carona planejou uma viagem de 40 quilômetros. Ele primeiro caminhou 3 Km, em seguida pegou um carona de um motorista de caminhão. Quando o motorista o deixou, ele ainda tinha metade de sua jornada para viajar. Qual a distancia que ele percorreu no caminhão?

12. Quantas molduras para quadros com 6 cm de comprimento e 4 cm de largura podem ser feitas a partir de um pedaço de madeira com 200 centímetros de comprimento?

13. De um lado da balança existem três potes de geléia e um peso de 100 gramas. No outro lado, estão um peso de 200 g e outro peso de 500 g. A balança está equilibrada. Qual é o peso de um pote de geléia?

14. Um navio partiu em direção Noroeste e em seguida fez uma curva de 90° para a direita. Uma hora depois, fez uma curva de 45° para a esquerda. Em que direção o navio está então viajando?

15. Em uma fazenda existem oito animais. Alguns deles são galinhas e outros são coelhos. Ao todo são 22 pés. Quantas galinhas e quantos coelhos existem na fazenda?

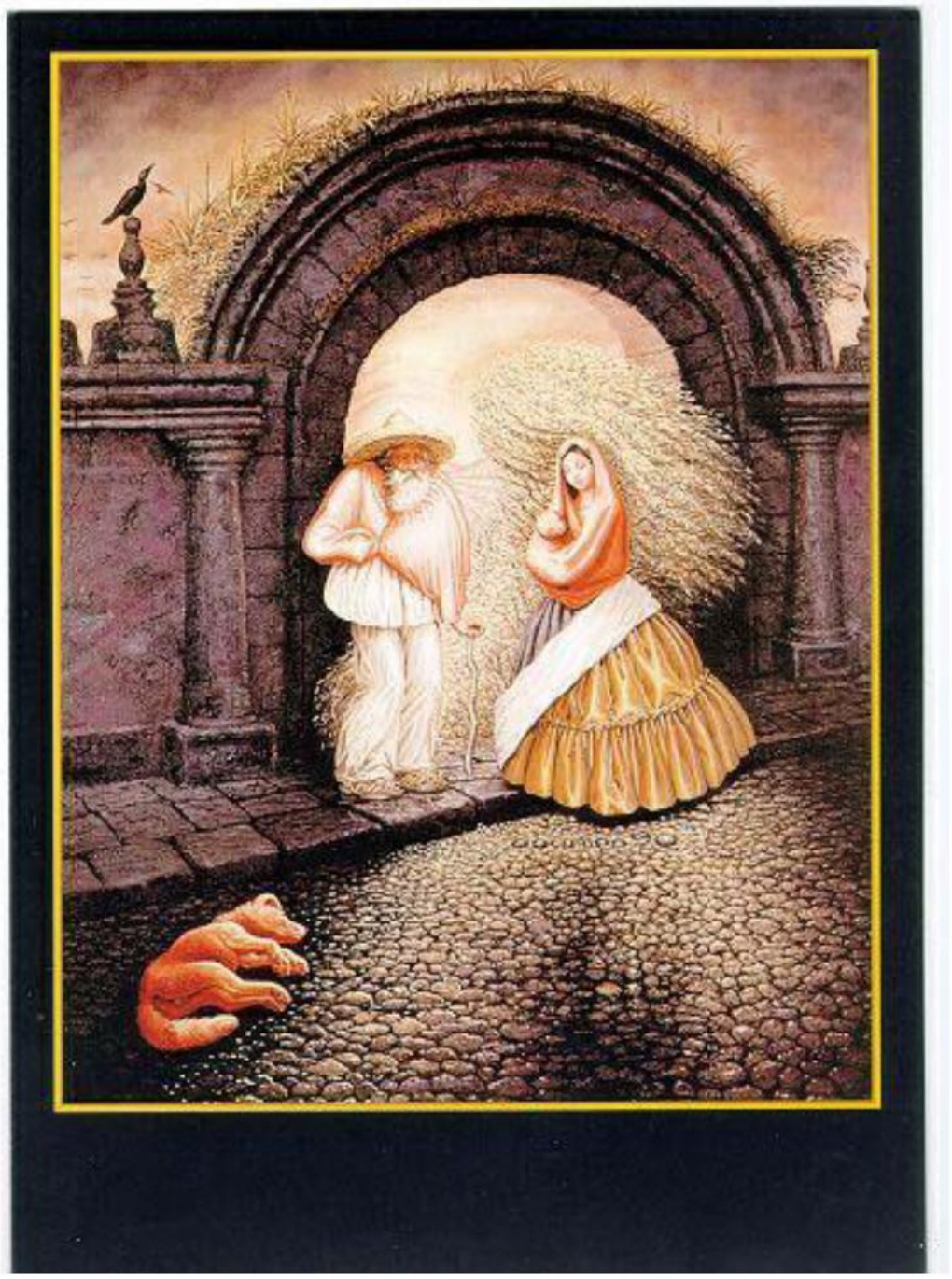
O instrumento IPM foi desenvolvido por Swanson, (1978).

Anexo 4: IRFAMI

1

Instrumento de Reconhecimento das Formas e Antecipação de Movimentos Imagéticos

(Avulso 1)



Pintura de Octavio Ocampo intitulada A Família do General (General's Family)
Disponível em: http://www.gallery4collectors.com/thegeneralsfamily.htm

ITENS REFERENTES ÀS IMAGENS ESCONDIDAS

FOLHA DE RESPOSTA (Item avulso 1):

Aluno (a): _____ Nº: _____Turma:_____

ITEM 1:

As figuras sobrepostas ou figuras (partes) estão inseridas em uma figura que representa o todo (a totalidade). Quantas figuras completas estão no todo?

A ( ) apenas uma;

B ( ) três;

C ( ) cinco;

D ( ) oito;

E ( ) mais de oito;

Faça uma breve descrição de cada uma delas.

ITEM 2:

Você viaja ao México e visita o museu onde está exposto a pintura "A família do general", do pintor Octavio Ocampo. Ao admirar a obra resolve registrar detalhes para não esquecer. Neste momento você não dispõe de máquina, filmadora, celular ou qualquer outro instrumento que possa registrar a pintura. Você tem apenas uma folha de papel em branco e lápis. Como você faria o registro sobre a obra usando apenas lápis e papel?

A ( ) verbalmente, escrevendo um texto com detalhes;

B ( ) um desenho pictórico, com detalhes das partes envolvidas;

C ( ) um desenho esquemático, sem muitos detalhes;

D ( ) ambos, verbalmente e desenho pictórico;

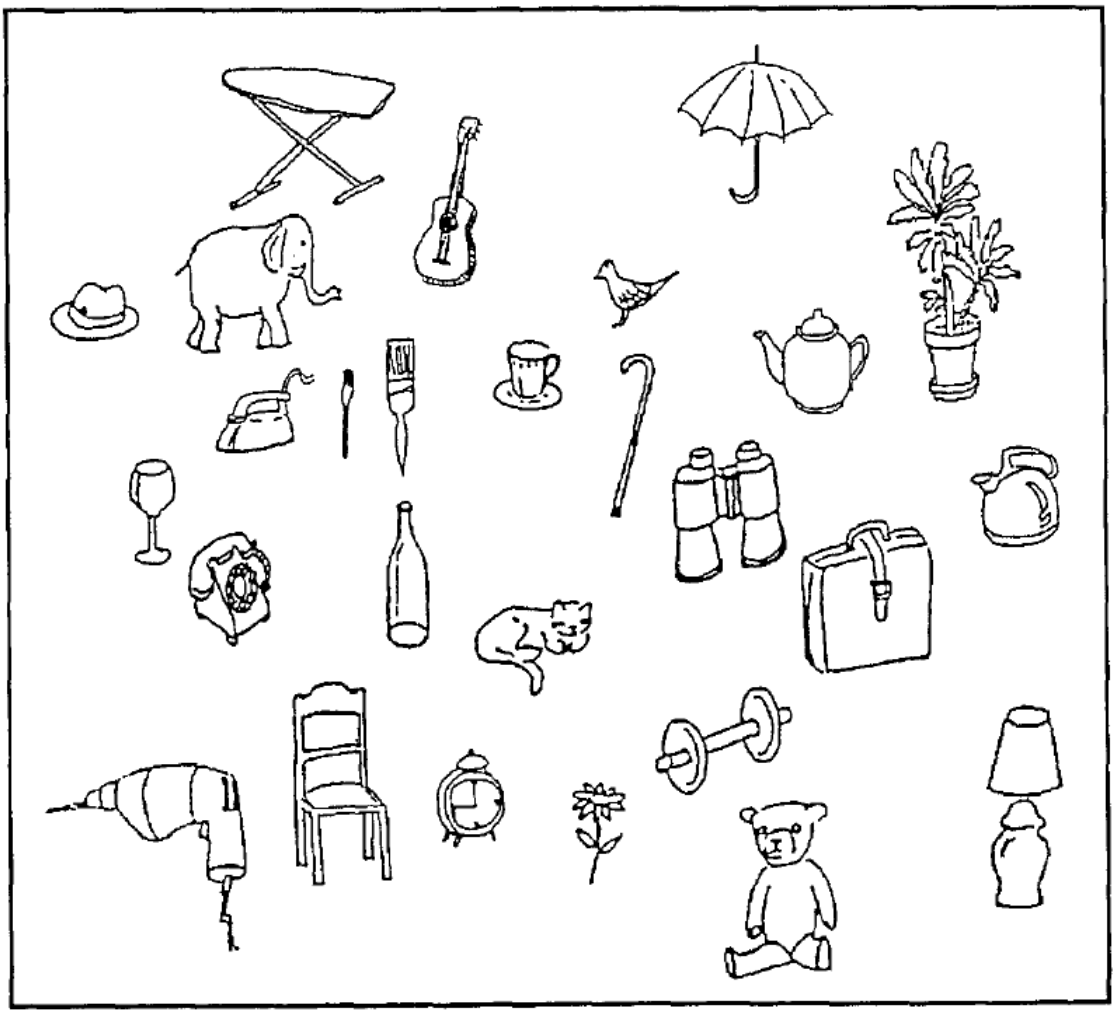
E ( ) ambos, verbalmente e desenho esquemático

Exemplifique:

Instrumento de Reconhecimento das Formas e Antecipação de Movimentos Imagéticos

Avulso 2

Observe a gravura durante um minuto



A figura corresponde a uma tarefa de memória visual, de Silverman e Eals, 1992. Reproduzido com permissão dos autores, por Kimura, disponível em :http://www.sfu.ca/~dkimura/articles/NEL.htm.

ITENS REFERENTES À MEMÓRIA VISUAL

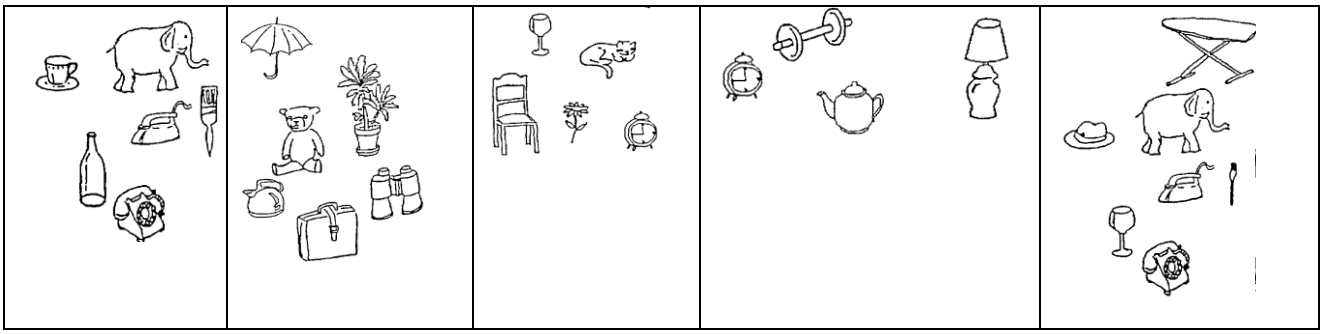
FOLHA DE RESPOSTA (avulso 2):

Aluno (a): _____ Nº: _____Turma:_____

ITENS REFERENTES À MEMÓRIA VISUAL

ITEM 3:

Em qual dos grupos de figuras a disposição foi modificada em relação a figura observada?



ITEM 4:

Quantos objetos você conseguiu identificar na gravura?

a) 10 b) entre 10 e 15 c) 15 d) entre 15 e 20 e) mais que 20

Instrumento de Reconhecimento das Formas e Antecipação de Movimentos Imagéticos (Avulso 3)

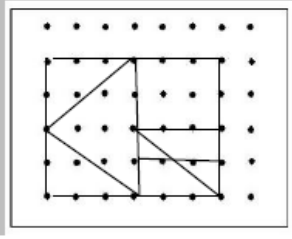
FOLHA DE RESPOSTA (Avulso 3)

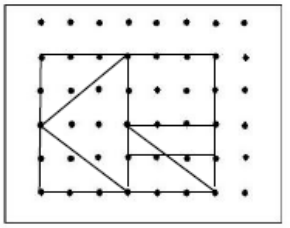
Aluno (a): _____ Nº: _____Turma:_____

ITEM DE INSTRUÇÃO E PRÁTICA REFERENTE À CÓPIA

Pratique com este exemplo:

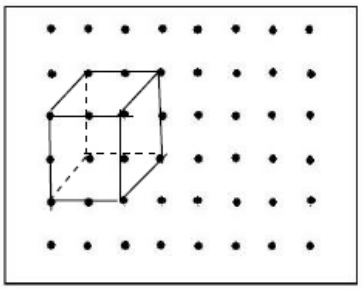
Nós iremos desenhar uma cópia da figura dada como no exemplo abaixo. Você quer ver como o desenho é feito? As linhas foram desenhadas a partir dos pontos.

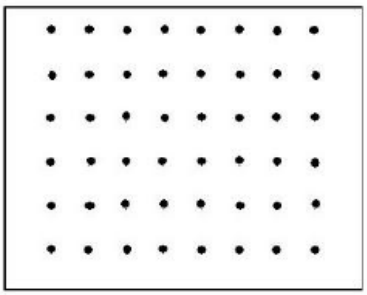




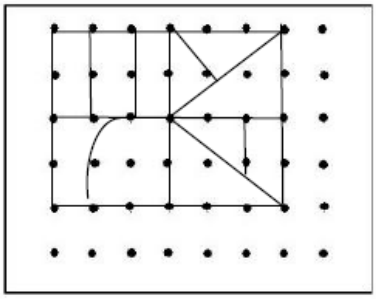
Agora olhe para as seguintes figuras à esquerda e copie-as no lado direito.

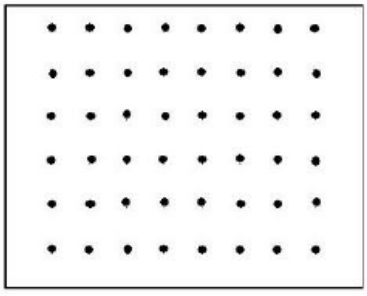
ITEM 5





ITEM 6





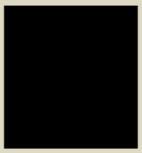
Instrumento de Reconhecimento das Formas e Antecipação de Movimentos Imagéticos

(Caderno de Tarefas)

ITEM DE INSTRUÇÃO E PRÁTICA REFERENTE A COMPOSIÇÃO DA FORMA

Pratique com este exemplo:

Podemos dividir um quadrado e, assim, obter sete figuras geométricas, dando origem a um conhecido quebra cabeça: o TANGRAM.



Com o Tangram, podemos compor várias formas diferentes. A seguir estão as figuras de gatos formadas por sete figuras geométricas. Você vai observar e identificar que em uma das composições não foi utilizado apenas às sete peças acima, existe uma peça que não pertence ao conjunto que forma o tangram. Assinale com um X a alternativa onde isso acontece. Pratique este exemplo.

A ( )

B ( )

C ( )

D ( )

E ( )

Se você escolheu a alternativa D, acertou

Agora responda os itens a seguir:

ITEM 7:

Em qual das cinco figuras formadas abaixo **não** foi utilizada, apenas uma vez, uma das sete peças do tangram?

A ( )

B( )

C ( )

D ( )

E ( )

ITEM 8:

Em qual das cinco figuras formadas abaixo **não** foi utilizado apenas às sete peças acima, existe uma peça que não pertence ao conjunto que forma o tangram.

A ( )

B ( )

C( )

D ( )

E ( )

ITEM DE INSTRUÇÃO E PRÁTICA REFERENTE À ROTAÇÃO DA FORMA

Pratique com este exemplo:

Olhe para as figuras abaixo. A primeira figura é a letra F. Todas as outrasfiguras são congruentes à primeira letra e apresentam simetria de rotação, pois elas são giradas em diferentes direções.

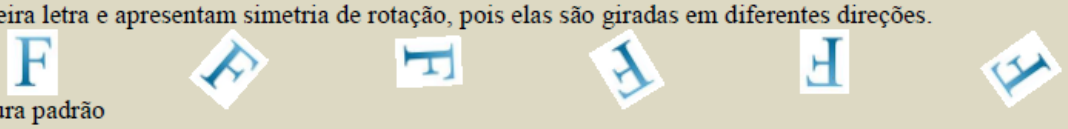


Figura padrão

Agora olhe para a próxima linha. A primeira figura é a letra F. Todas as outras figuras são congruentes à primeira letra e apresentam simetria de reflexão (ou simetria do espelho) e também giradas em diferentes direções.

Figura padrão

Assinale com um X a alternativa que a figura apresenta simetria de reflexão (ou simetria a do espelho). Pratiquecom este exemplo.

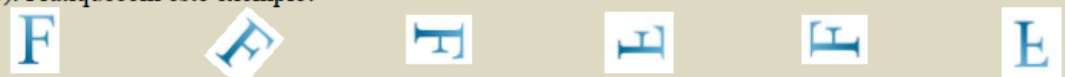


Figura padrão

A ( ) B ( ) C ( ) D ( ) E ( )

Se você escolheu as alternativas C, acertou:

Agora responda os itens a seguir:

Na sequencia a seguir, assinale com um X qual a alternativa que a figura apresenta simetria de reflexão (do espelho).

ITEM 9:

Figura padrão

A( ) B( ) C( ) D( ) E ( )

ITEM 10:

Na sequencia a seguir, assinale com um X qual a alternativa que **não** possue semelhança por simetria de reflexão (do espelho).

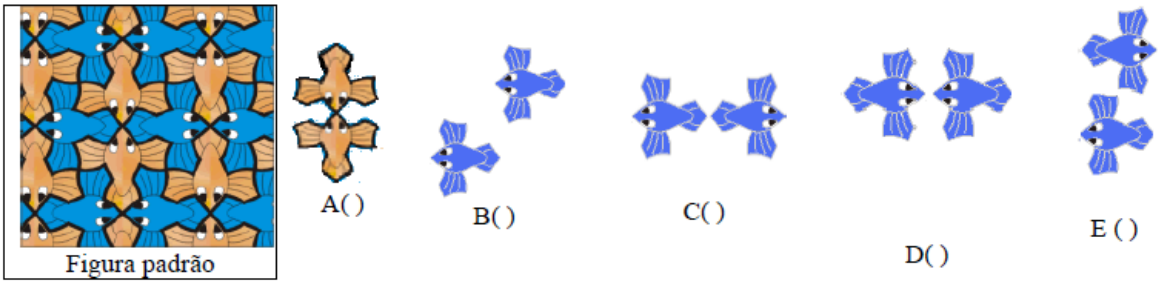


Figura padrão

A( ) B( ) C( ) D( ) E ( )

ITEM DE INSTRUÇÃO E PRÁTICA REFERENTE À CONTAGEM DE BLOCO

Pratique com este exemplo:
Esse teste é de contagem de cubos. A seguir existe um cubo grande e colorido.

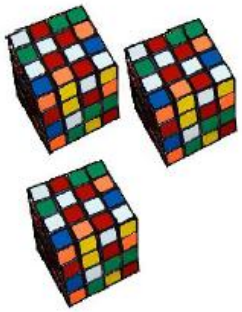
A ( ) 64 B ( ) 48 C( ) 32 D ( ) 96 E ( ) outra resposta Qual?_____

Ele é formado por cubos menores (cubinhos). Você vai fazer a contagem dos cubinhos e assinalar apenas uma resposta correta referente à quantidade de cubinhos nele existente. Dentre as cinco alternativas há apenas uma resposta correta. Pratique com este exemplo:
A resposta correta para o problema no exemplo acima é a alternativa A e por isso você deve marcar essa alternativa com um X.

Agora responda os itens a seguir:

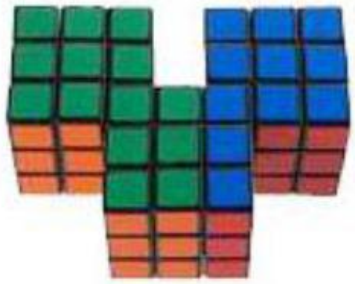
Conte o número de cubinhos representados em cada desenho e assinale a alternativa correta em cada item.

ITEM 11:



A ( ) 192 B ( )100 C( ) 96 D ( ) 32 E( ) outra resposta Qual?_____

ITEM 12: Quando contar, observe que os três cubos formam uma peça única.

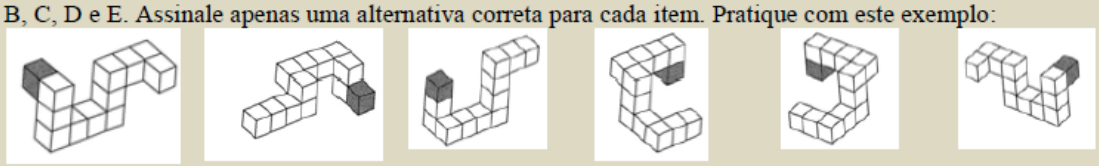


A ( ) 81 B ( ) 27 C( ) 48 D ( ) 75 E( ) outra resposta Qual?_____

ITEM DE INSTRUÇÃO E PRÁTICA REFERENTE À ROTAÇÃO DO BLOCO

Pratique com este exemplo:

Este item é de rotação do bloco. A seguir há figuras formadas por 10 blocos menores (cubinhos) que não podem ser separados. A figura padrão é idêntica a uma das cinco figuras apresentadas nas alternativas A, B, C, D e E. Assinale apenas uma alternativa correta para cada item. Pratique com este exemplo:



ORIGINAL A ( ) B ( ) C ( ) D ( ) E ( )

Se você assinalou o item E, acertou.

Agora responda os itens a seguir:

Identifique a alternativa que é igual ao modelo original dado, nos seguintes itens:

ITEM 13:

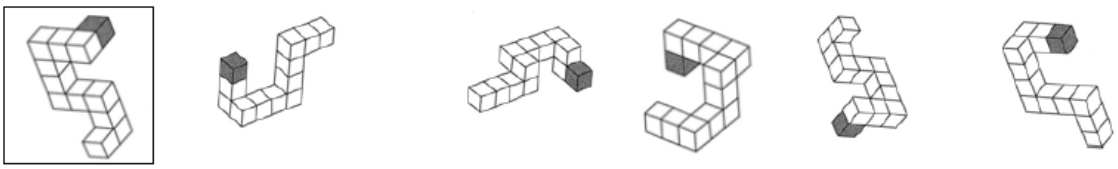


Figura Padrão A ( ) B ( ) C ( ) D ( ) E ( )

ITEM 14:

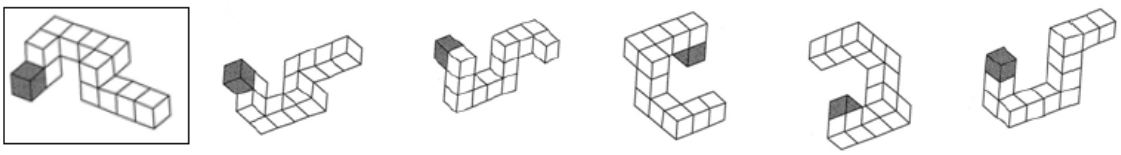


Figura padrão A ( ) B ( ) C ( ) D ( ) E ( )

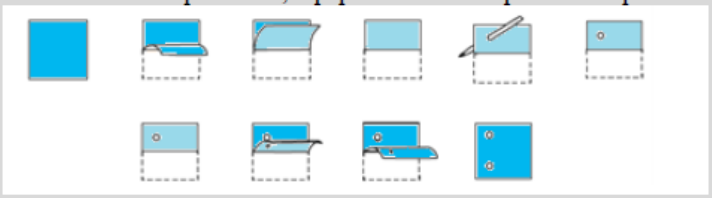
ITEM DE INSTRUÇÃO E PRÁTICA REFERENTE À DOBRADURA DE PAPEL

Pratique com este exemplo:

Neste teste, imagine que você vai dobrar e desdobrar um pedaço de papel. As figuras da esquerda representam um pedaço de papel quadrado, que será dobrado e a última dessas figuras resultantes tem um ou dois pequenos furos (círculos desenhados) sobre o papel original que foi dobrado. Esses círculos indicam onde os papéis foram perfurados.

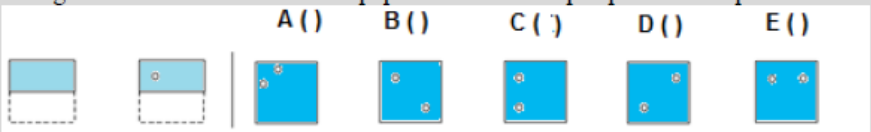
Cada furo atinge naquele local toda a espessura do papel dobrado. Uma das cinco figuras à direita da coluna mostra onde os furos resultantes estarão quando o papel for completamente desdobrado.

Você deve decidir qual destas figuras a direita é correta e marcar um x na mesma. Agora, tente, como exemplo, o problema abaixo. Neste problema, o papel dobrado foi perfurado apenas uma vez.



A resposta correta para o problema do exemplo acima é a alternativa C e por isso deverá ter sido marcada com um X.

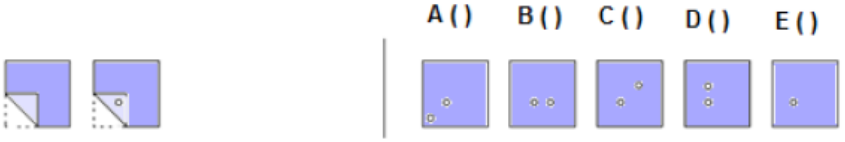
As figuras abaixo mostram com o papel foi dobrado e porque C é a resposta correta.



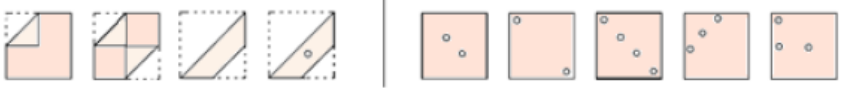
Agora responda os itens a seguir:

Em todos esses problemas as dobras serão mostradas nas figuras à esquerda da coluna, e o papel não será retirado ou movido de forma alguma a não ser para fazer as dobras mostradas nas figuras. Lembre-se, a resposta é a figura que mostra a posição dos furos, quando o papel está completamente aberto.

ITEM 15:



ITEM 16:



ITEM DE INSTRUÇÃO E PRÁTICA REFERENTE AO DESENVOLVIMENTO DA SUPERFÍCIE

Pratique com este exemplo:

Este item é de relações espaciais. A seguir está a figura padrão que pode ser dobrada de tal forma que corresponda a uma das figuras entre as alternativas. Você vai escolher qual dentre as figuras corresponde à dobradura da figura padrão, assinalando a alternativa. Apenas uma das cinco alternativas será correta para cada padrão apresentado. Pratique com este exemplo:

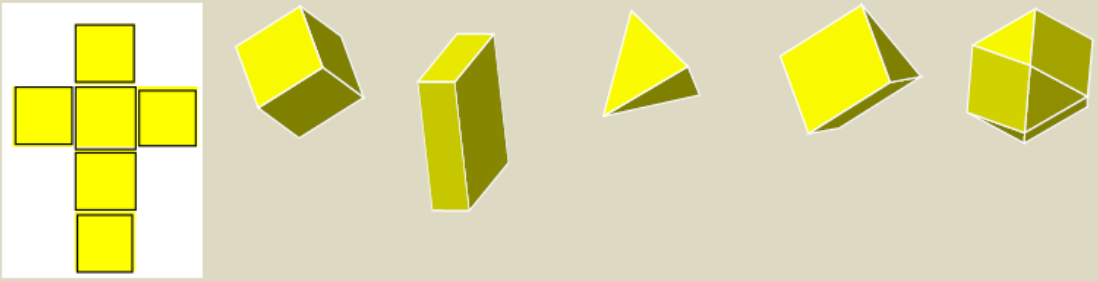


Figura padrão A ( ) B ( ) C ( ) D ( ) E ( )

Se você assinalou a alternativa A, acertou.

Agora responda os itens a seguir:

ITEM 17: Identifique qual dentre as alternativas corresponde ao modelo padrão após ser realizada a dobradura:

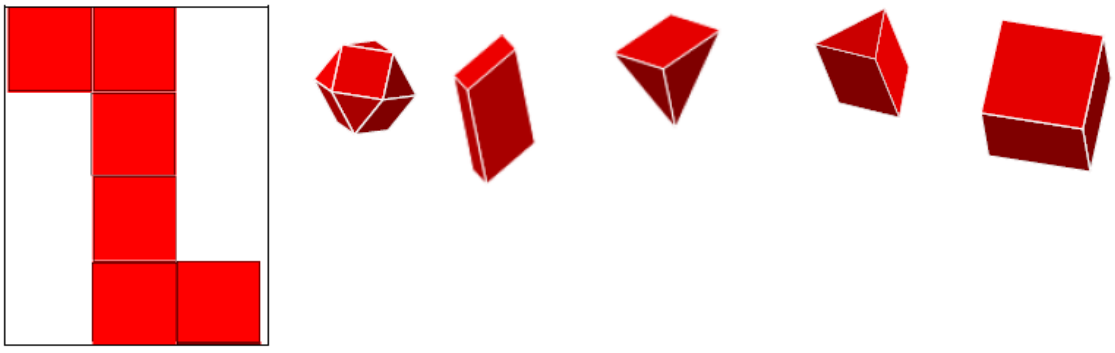


Figura padrão A ( ) B ( ) C ( ) D ( ) E ( )

ITEM 18

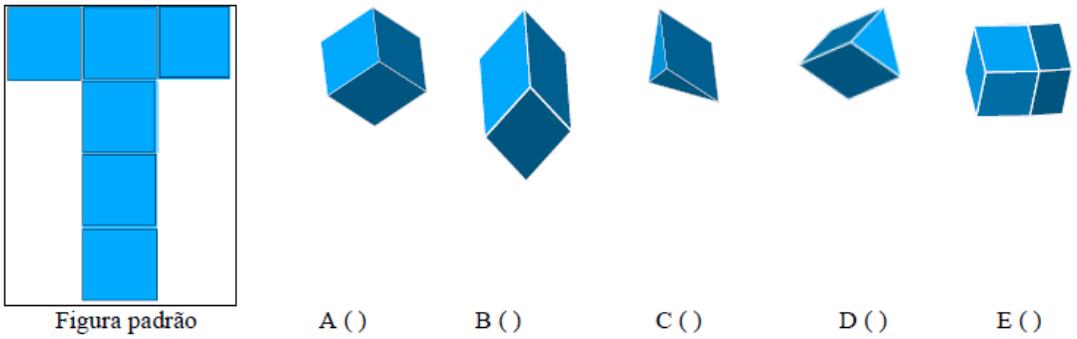


Figura padrão A ( ) B ( ) C ( ) D ( ) E ( )

ITEM DE INSTRUÇÃO E PRÁTICA REFERENTE À PERSPECTIVA

Pratique com este exemplo:

Este item é de relação espacial. A seguir está a figura padrão que pode ser dobrada de tal forma que corresponda uma das figuras dentre as alternativas. Você vai escolher qual a alternativa **não corresponde** à dobradura da figura padrão dada assinalando a alternativa. Apenas uma entre as cinco alternativas é correta. Pratique com este exemplo.

Figura padrão A ( ) B ( ) C ( ) D ( ) E ( )

Se você assinalou a alternativa D, acertou.

ITEM 19: Identifique qual dentre as alternativas NÃO corresponde ao modelo original após ser realizada a dobradura:

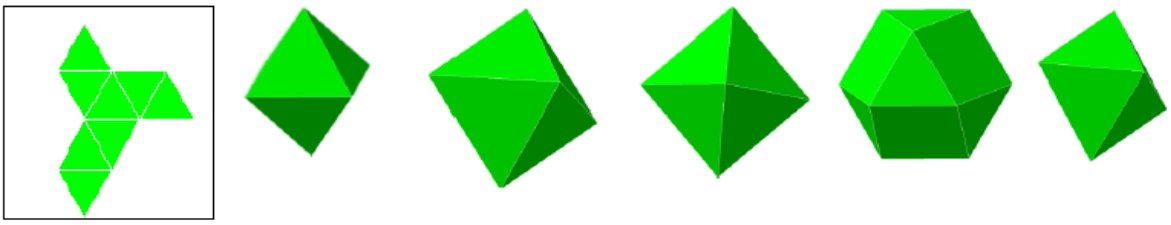


Figura padrão A ( ) B ( ) C ( ) D ( ) E ( )

ITEM 20

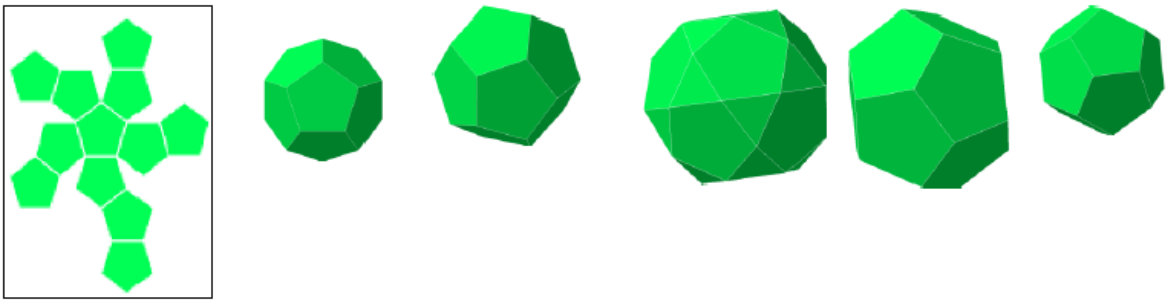


Figura Padrão A ( ) B ( ) C ( ) D ( ) E ( )

FOLHA DE RESPOSTA DO CADERNO DE TAREFAS DO INSTRUMENTO D RECONHECIMENTO DAS FORMAS E ANTECIPAÇÃO DE MOVIMENTC IMAGÉTICOS

ITEM					
7	A ( )	B ( )	C ( )	D ( )	E ( )
8	A ( )	B ( )	C ( )	D ( )	E ( )
9	A ( )	B ( )	C ( )	D ( )	E ( )
10	A ( )	B ( )	C ( )	D ( )	E ( )
11	A ( )	B ( )	C ( )	D ( )	E ( )
12	A ( )	B ( )	C ( )	D ( )	E ( )
13	A ( )	B ( )	C ( )	D ( )	E ( )

ITEM					
14	A ( )	B ( )	C ( )	D ( )	E ( )
15	A ( )	B ( )	C ( )	D ( )	E ( )
16	A ( )	B ( )	C ( )	D ( )	E ( )
17	A ( )	B ( )	C ( )	D ( )	E ( )
18	A ( )	B ( )	C ( )	D ( )	E ( )
19	A ( )	B ( )	C ( )	D ( )	E ( )
20	A ( )	B ( )	C ( )	D ( )	E ( )

Anexo 5: Resumo de trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Avaliação Psicológica

Pacheco, A. B. , Roazzi, A & Lautert, S.L. (2011) Estilos Cognitivos: medidas de avaliação psicológica revelando características do aluno na resolução de problemas matemáticos. V Congresso Brasileiro de Avaliação Psicológica. 31/05 a 04/06 Bento Gonçalves RS

Os estilos cognitivos são apresentados na literatura como dimensões psicológicas que consideram as diferenças individuais enquanto categoria de variáveis da cognição, percepção e personalidade que influenciam os métodos de perceber, organizar e representar a informação na resolução de problemas. Semelhanças foram identificadas entre os diversos modelos, que apesar de rotulados de forma diferente, referiam-se à mesma dimensão: o campo de dependência–independência de Witkin e Asch (1948) e o estilo cognitivo analítico-intuitivo de Allinson e Hayes (1996), estando representados na dimensão wholístico-analítica, relatando a organização cognitiva. O estilo verbal-visual de Paivio (1971), Riding e Taylor (1976), Richardson (1977) e o estilo analítico-geométrico de Krutetskii, (1974) estão representados pela dimensão verbal-imagética, relatando a representação mental. Essa síntese das dimensões não foi suficiente para dar conta de uma dimensão, a verbal-imagética do estilo cognitivo. Esta dimensão foi retomada em investigações, no início do século XXI e as discussões propõem que, diferentemente do que havia sido posto, a unidimensionalidade verbal-imagética, o estilo cognitivo imagético, seria bidimensional nas seguintes dimensões: a verbal-imagética do objeto, referindo-se à aparência visual de um objeto e a verbal-imagética espacial a uma relação espacial entre partes do objeto e sua localização no espaço ou seus movimentos (Blajenkova, Kozhevnikov & Motes, 2006). A investigação, em andamento, visa apresentar uma análise das correlações entre as variáveis: desempenho na resolução de problemas matemáticos; estilos cognitivos na dimensão verbal- imagética do objeto e verbal- imagética espacial e as habilidades visuo-espaciais; com vistas a responder as seguintes questões: Como avaliar os estilos cognitivos na dimensão imagética, as habilidades visuo-espaciais e o desempenho na resolução de problemas matemáticos? Sendo identificadas estas dimensões, o que prevalece como características individuais dos alunos para resolver problemas: os estilos verbais, os estilos imagéticos espaciais ou os estilos imagéticos do objeto? Para tal, foi realizado um estudo piloto com 32 estudantes, entre 17 e 20 anos, do 3º ano do ensino médio de escola pública federal em município de Satuba-AL. Todos os estudantes foram solicitados a realizar tarefas, a saber: (i) Habilidades Visuo-Espaciais, referente a habilidades de reconhecimento e de manipulação; (ii) Questionário Verbal, da Imagem Espacial e da Imagem do Objeto (OSVIQ); (iii) Instrumento de Processamento Matemático (MPI) contendo 15 problemas matemáticos, onde os estudantes usam estratégias verbais ou imagéticas para resolver. As análises descritivas preliminares evidenciam que os estudantes apresentaram um desempenho superior nas tarefas visuo-espaciais nos itens referentes habilidades de reconhecimento do que nos itens referentes à manipulação. As repostas aos questionários OSVIQ revelaram que os estudantes se auto-avaliaram com uma pontuação maior para o estilo imagético do objeto, a segunda melhor pontuação foi estilo verbal e a menor foi para o estilo imagético espacial. No instrumento MPI, encontrou-se uma diversidade de estratégias na qual prevaleceram abordagens analíticas; estratégias imagéticas com algumas características esquemáticas e estratégias e outras com características pictóricas. Acredita-se que o contínuo interesse pela idéia de estilo relacionando à resolução de problemas matemáticos possa trazer a essência da individualidade de quem os resolve e apontar instigantes caminhos a serem investigados.

Anexo 6: Resumo de trabalho apresentado no CONPSI

Pacheco, A. B. & Roazzi, A. **O estilo cognitivo como um caminho para investigações em resolução de problemas. 7ºCongresso Norte e nordeste em Psicologia, 11 a 14 de maio de 2011.**

Resumo: Esta pesquisa em andamento objetiva relacionar o desempenho do aluno em resolução de problemas às duas dimensões verbais-imagéticas do estilo cognitivo. Ocorre à luz da interface entre importantes áreas investigação, sem diluir as especificidades de cada uma delas: a Psicologia e a Educação. A Psicologia encontra no contexto escolar um campo para ser empregada, investigando questões sobre como se constitui o conhecimento e como avaliar aptidões humanas. A Educação depara-se com uma diversidade de relações envolvidas, encontrando subsídios teóricos na Psicologia. A natureza psicológica do aluno que tenta resolver um problema matemático passa a ser o centro nas propostas educacionais, pois em suas características individuais ou suas preferências são focalizadas escolhas de estratégia de resolução e suas representações verbais ou imagéticas (visuo-espaciais). A posição de correntes psicológicas dominantes assume a resolução de problemas vinculada aos processos do pensamento e o estilo cognitivo refere-se a um construto para a identificação do potencial humano, podendo realçar e melhorar o seu desempenho em diversos contextos. Neste estudo, participaram 53 alunos de escola pública em Alagoas, entre 17 e 20 a nos, do 3º ano/ensino médio. A base de dados disponíveis para análise foi constituída para possíveis ajustes aos três instrumentos utilizados: 1) tarefa de Habilidades Visuo-Espaciais, referente a habilidades de reconhecimento e de manipulação onde os estudantes apresentaram desempenho superior nos itens de reconhecimento; 2) Questionário Verbal, da Imagem Espacial e da Imagem do Objeto (OSVIQ), instrumento de avaliação com 45 itens e uma escala em fatores: verbal, imagem do objeto e imagem espacial em que os estudantes se auto-avaliaram onde o maior escore foi na escala para o estilo imagético do objeto e menor escore foi na escala para o estilo imagético espacial; e 3) Instrumento de Processamento Matemático (MPI), instrumento com 15 problemas matemáticos, onde os estudantes usaram estratégias verbais ou imagéticas. Pode-se perceber que em alguns estudantes prevaleceram abordagens analíticas e em outras abordagens imagéticas, sendo algumas com características esquemáticas e outras pictóricas. O caminho apontado por estudos sobre as dimensões imagéticas do estilo cognitivo possibilita revelações sobre o desempenho na resolução de problemas de matemática.

Anexo 7: Resumo de trabalho apresentado no CIAEM

Pacheco, A.B. & Roazzi, A. **Estilos cognitivos: duas dimensões psicológicas na resolução de problemas.** XIII CIAEM. Conferencia Interamericana de Educação Matemática. Recife, 26 a 30 de junho.

Este artigo pretende examinar a relação entre os diferentes estilos cognitivos na dimensão imagética e o uso de estratégias de resolução de problemas matemáticos. O estilo cognitivo refere-se a um construto para a identificação do potencial do indivíduo, podendo realçar e melhorar o seu desempenho em diversos contextos. Com objetivo de relacionar o desempenho em resolução de problemas e estilos cognitivos a duas dimensões imagéticas, utilizaram-se três tarefas: 1) a tarefa de Habilidades Visuo-Espaciais; 2) o Questionário Verbal, da Imagem Espacial e da Imagem do Objeto (Object-Spatial-Verbal Imagery Questionnaire-OSVIQ); e 3) o Instrumento de Processamento Matemático (Mathematical Processing Instrument (MPI). A análise aqui apresentada baseia-se em um estudo piloto com a participação de 32 alunos.

Palavras-chave: estilo cognitivo imagético e resolução de problemas