



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA
E TECNOLÓGICA

SIQUELE ROSEANE DE CARVALHO CAMPÊLO

***SOFTWARE EDUCATIVO TINKERPLOTS 2.0: POSSIBILIDADES
E LIMITES PARA A INTERPRETAÇÃO DE GRÁFICOS POR ESTUDANTES DO
ENSINO FUNDAMENTAL***

Recife
2014

SIQUELE ROSEANE DE CARVALHO CAMPÊLO

***SOFTWARE EDUCATIVO TINKERPLOTS 2.0: POSSIBILIDADES
E LIMITES PARA A INTERPRETAÇÃO DE GRÁFICOS POR ESTUDANTES DO
ENSINO FUNDAMENTAL***

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Educação Matemática e Tecnológica.

Orientadora: Prof^a. Dra. Liliane Maria Teixeira Lima de Carvalho

Recife
2014



Siquele Roseane de Carvalho Campêlo

“SOFTWARE EDUCATIVO TINKERPLOTS 2.0: POSSIBILIDADES E LIMITES PARA A INTERPRETAÇÃO DE GRÁFICOS POR ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL”.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Matemática e Tecnológica da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a conclusão do Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica.

Aprovado em 12/04/2014.

COMISSÃO EXAMINADORA:

Presidente e Orientadora
Profa. Dra. Liliane Maria Teixeira Lima de Carvalho
UFPE

Examinador Externo
Prof. Dr. Alex Sandro Gomes
UFPE

Examinador Interno
Prof. Dr. Carlos Eduardo Ferreira Monteiro
UFPE

Recife, 12 de fevereiro de 2014.

AGRADECIMENTOS

"A vontade de retribuir vem naturalmente e um pequeno gesto acaba se multiplicando. Quando se planta cuidado, colhe-se gratidão." (Charles Chaplin).

De nada adiantaria esperar esse momento para agradecer. Mas durante essa caminhada muitas pessoas fizeram a experiência do Mestrado, única, inspiradora, feliz! Aqueles que meus braços não alcançaram durante esse tempo, gostaria de abraçar agora com palavras.

Toda minha gratidão a Deus! Pela vida, saúde e por todos os momentos bonitos, alegres e desafiantes vividos durante esses dois anos. Agradeço a Deus por estar à apenas uma oração de distância e por todas as pessoas e coisas lindas que fizeram parte desse percurso. Vamos começar pelas pessoas:

Ao meu querido e divertido Raphael, pelo amor, ternura e amizade. Por me lembrar do quanto posso ser forte e fazer bem o que eu faço. Começar e concluir o mestrado foram decisões e conquistas nossas.

Aos meus pais, que me trazendo à vida, começaram toda a minha história. Também agradeço aos meus irmãos e familiares que em algum momento e de alguma forma me ajudaram.

Aos queridos amigos. Vocês não me ajudaram diretamente a aprender teorias, a dissertar, a ler em inglês. Mas garantiram a descontração necessária e os alegres brindes, compartilharam sorrisos, viagens, conversas sem hora para acabar. Como seria sem vocês?

À querida orientadora Liliane pelo incentivo constante, leveza e autonomia com que nossa parceria foi vivenciada. Muito obrigada!

Aos colegas e professores do Programa de Pós-graduação em Educação Matemática e Tecnológica pelas leituras, conversas, debates que enriqueceram a experiência do Mestrado. Obrigada ainda aos funcionários da secretaria do EDUMATEC, em especial à Clara por nos ajudar sempre.

Aos colegas e professores participantes do Grupo de Pesquisa em Educação e Estatística da Universidade Federal de Pernambuco (GPEME-UFPE), pelas ricas discussões.

Aos professores Alex Sandro Gomes e Carlos Eduardo Monteiro pela participação nas bancas de qualificação e de defesa da dissertação, enriquecendo essa pesquisa com suas valiosas sugestões, incentivos e motivação.

Ao Colégio Apoio por ser meu espaço de formação contínua, onde aprendi o colorido de ensinar, aprender e respeitar à diversidade.

E por fim a todas as coisas concedidas por Deus durante esse tempo: por cada pôr do sol, pelo mar que inspira, pelo samba que me ajuda na vida, pela poesia que faz lembrar que a vida é boa e os sonhos necessários e possíveis, e enfim, por tudo que expressa Tua presença em nossas vidas, gratidão!

*A maioria das coisas “impossíveis” são impossíveis apenas porque não foram
tentadas [...]*

*É até engraçado observar que basta aprender uma coisa nova e vem logo
uma oportunidade que faz você pensar surpreendida:
Como é que eu me sairia dessa, se não tivesse aprendido o que aprendi?...
E agora me diga, o que é melhor: sonhar ou experimentar um sonho?*

Clarice Lispector

RESUMO

Gráficos e tabelas enquanto recursos para a comunicação de dados são encontrados frequentemente nos diversos meios de comunicação e por sua veiculação constante, interpretá-los é um aspecto relevante para a participação do indivíduo na vida social. Para analisar gráficos é fundamental compreender como esses foram organizados, a ordem dos dados e sua relação com o contexto da informação. O *software* educativo no ensino de Estatística, pode se constituir como ferramenta para a ampliação das experiências com o saber matemático, ajudando estudantes a desenvolver o raciocínio estatístico e a aprender novas formas de representar dados. Em nossa pesquisa, analisamos as possibilidades de uso de tecnologias na Educação Estatística, em particular com o *software TinkerPlots 2.0* para visualização e simulação de dados. Nossa proposta é analisar a adequação do *software*, considerando critérios advindos da literatura sobre o tema, bem como o uso feito por alunos do 5º ano do Ensino Fundamental, em situações de resolução de problemas envolvendo a interpretação de gráficos. Os estudantes vivenciaram inicialmente uma etapa de familiarização com o *software*, seguida de uma etapa de interpretação de problemas envolvendo bancos de dados e a construção de diferentes visualizações. Utilizamos o *software NVivo 9* na organização dos dados. Na análise dos dados, nos concentramos no uso das ferramentas do *software* e nas estratégias dos estudantes, analisando-as a partir de diferentes tipos de problemas: uma e duas variáveis, tendência e criação de um novo caso. Os resultados da pesquisa apontam para a importância do *software* no favorecimento de diferentes formas de representação para os dados e o enriquecimento de estratégias de resolução de problemas envolvendo o Tratamento da Informação. A partir da análise baseada nos critérios considerados, pudemos constatar a adequação do *software TinkerPlots* para a exploração de problemas envolvendo interpretação e produção de gráficos estatísticos, bem como a promoção de situações envolvendo organização e análise de dados.

Palavras-chave: Educação Estatística; Análise de *Software* educativo; Interpretação de gráficos; Ensino Fundamental.

ABSTRACT

Graphs and tables as resources for data communication are often found in various media and its constant propagation, interpretation is a relevant aspect for the individual's participation in social life. To analyze graphs is critical to understand how they are organized, the *order* of the data and its relationship with the context information. The educational software in teaching Statistics, may constitute a tool for the extension of the experiments with the mathematical knowledge, and help students develop statistical reasoning and learning new ways of representing data. In our research, we analyze the possibilities of using technology in Statistics Education, particularly with TinkerPlots 2.0 software for visualization and simulating data. Our proposal is to analyze the suitability of the software, considering criteria arising from the literature on the subject, as well as the use by students of the 5th year of elementary school, solving problem situations involving graph's interpretation. The students initially experienced a familiarization with the software, followed by a stage of interpretation situations' problem that involves databases' interpretation and construction of different views. We used the software NVivo 9 to organize the data. In data analysis, we focused on the use of software's tools and strategies of students analyzing them from different types of problems: one and two variables, trend and creating a new case. The survey's results point to the importance of software in favor of different forms of data representation, and the enrichment strategies to solve different types of problems involving processing of information. From the analysis based on the criteria considered, we confirmed the adequacy of TinkerPlots software for the exploration of problems involving interpretation and production of statistical graphics, as well as the promotion of situations involving organization and analysis of data.

Keywords: Education Statistics, Analysis of educational software; Interpretation of graphs; Elementary School.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Tela inicial dos bancos de dados Gatos, Dinossauros, Peso das mochilas e Peixes usados no estudo piloto.....	55
Figura 2: Tela inicial do <i>software Screen 2</i>	56
Figura 3: Representação criada por G na primeira questão do banco de dados Peso das mochilas	60
Figura 4: Gráfico produzido por J e M para analisar a concentração de casos, no banco de dados Peixes	61
Figura 5: Banco de dados Gatos.....	66
Figura 6: Banco de dados Dinossauros do estudo principal.....	67
Figura 7: Banco de dados Planetas do estudo principal.....	68
Figura 8: Espaço de trabalho do <i>NVivo 9</i>	71
Figura 9: Organização geral dos dados da pesquisa	72
Figura 10: Demonstração do botão <i>order</i> suprimido	84
Figura 11: Opções do Menu <i>help</i>	88
Figura 12: Ajuda <i>online</i> do <i>TinkerPlots 2.0</i>	89
Figura 13: Menu <i>Icon Type</i>	93
Figura 14: Desenho de gráficos produzidos pelas duplas	98
Figura 15: Exemplos de representações construídas pelos estudantes na familiarização	100
Figura 16: Representação criada pela dupla 02, exemplificando a estratégia de observar a cor dos ícones (gradiente).....	100
Figura 17: Visualização gerada com o uso das ferramentas <i>dividers</i> e <i>count</i> na etapa de familiarização	101
Figura 18: <i>Dot plot</i> construído por G e E na familiarização.	102
Figura 19: Uso da ferramenta <i>label</i> por T e C na familiarização.	102
Figura 20: Exemplo de gráfico criado na resolução do problema 3.....	103
Figura 21: Gráfico criado pela dupla L e P no <i>TinkerPlots</i> que auxiliou na análise da concentração de ícones de caso.....	104
Figura 22: Gráfico sobre a frequência de uso das ferramentas do <i>TinkerPlots</i>	106
Figura 23: Gráfico representando a frequência de uso das ferramentas no problema 1	108
Figura 24: Exemplo de uso integrado das ferramentas <i>Label</i> , <i>Order</i> e <i>Stack</i>	108
Figura 25: Exemplo de gráfico com a ferramenta <i>Label</i>	110
Figura 26: Gráfico representando a frequência de uso de ferramentas em problemas de duas variáveis.	111
Figura 27: Gráfico criado pelas duplas 05 e 06 que exemplifica o uso da ferramenta <i>count</i>	112
Figura 28: Exemplos de gráficos gerado pela dupla 01, a partir do uso das ferramentas <i>label</i> e em seguida <i>stack</i> horizontal e vertical	112
Figura 29: Demonstração das visualizações geradas pela dupla 02, a partir do uso das ferramentas <i>order</i> e em seguida <i>stack</i>	113

Figura 30: Gráfico representando a frequência de uso de ferramentas em problemas de tendência.....	114
Figura 31: Exemplo de gráfico gerado com o uso das ferramentas <i>order</i> , <i>stack</i> e <i>separate</i> no gráfico da dupla 01 no problema de tendência.....	115
Figura 32: Exemplo de uso da ferramenta <i>value Bar</i> pela dupla 06 no problema de tendência sobre planetas	117
Figura 33: Gráfico sobre a frequência de uso de ferramentas nos problemas de criação de novos casos	118
Figura 34: Menu da barra de ferramenta <i>icontype</i> no <i>TinkerPlots</i>	119
Figura 35: Representações criadas pela dupla 01 (A e R), e pela dupla 03 (L e P) respectivamente, a partir do uso da ferramenta <i>value circle</i>	120
Figura 36: Demonstração do uso da ferramenta <i>drawing</i> pela dupla 04 (B e LB) para destacar novo caso utilizando a ferramenta	120
Figura 37: Gráfico construído pela dupla 03 (L e P).....	126
Figura 38: Gráficos construídos pela dupla 06 (T e C) com diferentes escalas.	127
Figura 39: Gráfico construído pela dupla 04 (LB e B), a partir do qual é feita análise dos dados baseada na observação da escala.	128
Figura 40: Gráfico gerado pela dupla G e E destacando	130
Figura 41: Gráficos construídos pela dupla 01 (A e R) com	130
Figura 42: Exemplo de gráfico criado pela dupla 01 (A e R) antes da	132
Figura 43: Gráfico criado pela dupla 01 após a intervenção da pesquisadora.	133
Figura 44: Gráficos criados pela dupla 02 (G e E) antes e após a intervenção.....	134
Figura 45: Análise feita pela dupla 03 a partir da intervenção da pesquisadora	136
Figura 46: Análise realizada pela dupla 05.....	137
Figura 47: Cartões de dados produzidos pelas duplas para o novo caso	139
Figura 48: Gráfico criado pela dupla 06 para analisar valores de outros casos com base na escala	140
Figura 49: Gráfico criado pela dupla 02 para analisar valores de outros casos	141
Figura 50: Gráficos produzidos pelas duplas para visualizar o novo caso no banco de dados Dinossauros.....	142
Figura 51: Cartões de dados produzidos pelas duplas para o novo caso no banco de dados Planetas.....	144
Figura 52: Gráficos produzidos pelas duplas para visualizar o novo caso no banco de dados planetas	145
Figura 53: Tela Inicial do <i>TinkerPlots 2.0</i>	161
Figura 54: Exemplos de representações geradas a partir das ferramentas <i>cards</i> , .	162
Figura 55: Demonstração do arranjo inicial aleatório dos ícones de caso no <i>plot</i> ...	163
Figura 56: Exemplo de visualização ao arrastar variáveis do <i>Cards</i> para o gráfico no <i>TinkerPlots</i>	163
Figura 57: Menu contextual a partir do uso do <i>plot</i>	164
Figura 58: Barra de ferramentas inferior do <i>plot</i>	166

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Resumo do percurso metodológico da pesquisa.....	52
Quadro 2: Bancos de dados disponíveis no <i>TinkerPlots</i>	53
Quadro 3: Tipos de problemas do estudo principal	69
Quadro 4: Aspectos analisados no critério Flexibilidade do <i>software TinkerPlots</i>	76
Quadro 5: Aspectos analisados no critério Complexidade x Tempo de aprendizagem	78
Quadro 6: Aspectos analisados no critério Multi-representação do <i>software TinkerPlots</i>	80
Quadro 7: Aspectos em relação ao Diferencial do <i>software TinkerPlots</i>	82
Quadro 8: Aspectos em relação ao Feedback oferecido no <i>software TinkerPlots</i>	84
Quadro 9: Aspectos analisados no critério Construção dinâmica pelo aluno no <i>TinkerPlots</i>	85
Quadro 10: Aspectos analisados no critério Planejamento	87
Quadro 11: Aspectos considerados na análise das especificidades do <i>TinkerPlots</i> .91	
Quadro 12: Perfil dos participantes da pesquisa	97
Quadro 13: Estratégias apresentadas pelos estudantes em cada tipo	122
Quadro 14: Descrição das funções dos ícones do menu contextual do <i>plot</i>	165
Quadro 15: Exemplos de gráficos que podem ser criados no <i>TinkerPlots</i>	167

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
CAPÍTULO I - SOFTWARE EDUCATIVO	17
1.1 Definição de <i>software</i> educativo.....	17
1.2 Tipos e Classificações de <i>software</i>	19
1.3 Aspectos da mediação pedagógica no uso de <i>software</i> educativo	24
CAPÍTULO II - AVALIAÇÃO DE SOFTWARE EDUCATIVO	26
2.1 Entre velhas e novas abordagens	26
CAPÍTULO III - USO DE SOFTWARE EDUCATIVO NA EDUCAÇÃO ESTATÍSTICA	32
3.1 Uma abordagem na interpretação de gráficos	32
3.2 Interpretação de gráficos estatísticos e o uso de <i>software</i> educativo	37
3.3 Um olhar sobre o <i>software TinkerPlots</i>	42
3.3.1 O que é o <i>TinkerPlots</i> ?	42
3.3.2 Pesquisas prévias com o <i>TinkerPlots</i>	46
CAPÍTULO IV - MÉTODO	51
4.1 Percurso metodológico.....	51
4.2 Estudo piloto.....	54
4.2.1 Análise do estudo piloto	56
4.2.2 Algumas considerações sobre os resultados do estudo piloto	63
4.3 Estudo Principal	63
4.3.1 Local da pesquisa e participantes	64
4.3.2 Atividades de Familiarização com o <i>TinkerPlots</i>	65
4.3.3 Atividades de Interpretação.....	66
4.3.3.1 Atividade 1 - Banco de dados Dinossauros.....	67
4.3.3.2 Atividade 2 - Banco de dados Planetas.....	68
4.4 Análise dos dados	70
4.4.1 Uso do <i>Nvivo</i> ® 9	70
CAPÍTULO V - RESULTADOS E DISCUSSÕES	74
5.1 Análise da adequação do <i>TinkerPlots 2.0</i>	74
5.1.1 Critérios de análise da adequação do <i>software TinkerPlots 2.0</i>	75
5.2 Perfil dos participantes	96
5.3 Analisando a familiarização dos estudantes com o <i>software</i>	99

5.4 Interpretação de gráficos com o <i>software TinkerPlots</i>	105
5.4.1 Uso das ferramentas do <i>TinkerPlots</i> por tipo de problema.....	105
5.4.1.1 Problema 1- Uma variável	107
5.4.1.2 Problema 2 – Duas variáveis.....	110
5.4.1.3 Problema 3- Analisando tendência.....	113
5.4.1.4 Problema 4 – Criando um novo caso	117
5.5 Análise das estratégias por tipos de problemas	121
5.5.1 Discussão sobre as estratégias que emergiram a partir do uso do <i>TinkerPlots</i> 2.0	147
CONSIDERAÇÕES FINAIS	150
REFERÊNCIAS.....	153
APÊNDICE A – Roteiro de entrevista inicial semi-estruturada.....	159
APÊNDICE B – Roteiro para a entrevista final semi-estruturada	160
APÊNDICE C- Funcionamento do <i>TinkerPlots</i>.....	161

INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico das últimas décadas tem contribuído de forma significativa na transformação do nosso cotidiano, à medida que amplia as possibilidades de comunicação e permite romper barreiras de tempo, espaço e acesso. A ampliação dos usos das ferramentas tecnológicas contribui para a construção de novos meios de acesso à informação e de disseminação do conhecimento, possibilitando aos indivíduos outras formas de aprender, de se relacionar e de pensar.

No contexto escolar, lidamos atualmente com a inserção cada vez mais intensa da tecnologia nos processos de ensino e de aprendizagem, gerando desafios que se refletem na busca por novos meios de construção do saber, na aprendizagem compartilhada e colaborativa e na necessidade de utilização das tecnologias potencializando transformações na ação pedagógica.

Assim, as tecnologias digitais podem favorecer a manipulação e a representação de situações e fenômenos através de uma grande quantidade de formatos e linguagens, tais como aquelas possibilitadas pelos *software* educativos. Esses podem potencializar o trabalho do professor na apresentação dos conteúdos e atividades por meio das diversas maneiras de construção de representações gráficas e visuais.

Dessa forma, o uso de *software* no processo educativo, pode se constituir como um recurso potencializador, contribuindo para a ampliação de experiências com o saber. Isso requer uma utilização crítica desses recursos, integrando-os de acordo com o que se pretende que os alunos aprendam, isso é, com os objetivos de ensino e de aprendizagem.

Diferentes tipos de *software* têm sido desenvolvidos especialmente para auxiliar estudantes a aprender e explorar conceitos matemáticos. O uso de *software* na Educação Estatística pode se constituir como um importante meio para que os estudantes mantenham o foco na interpretação dos problemas e nos conceitos trabalhados, evitando que a maior parte do tempo seja destinada a grandes cálculos ou construções pouco significativas.

Dentre as possibilidades para exploração de conceitos estatísticos, tomamos como foco em nossa pesquisa o *software TinkerPlots*, um *software* para visualização

e simulação de dados desenvolvido para estudantes de faixa etária entre os 10 e 14 anos.

Os estudos prévios realizados no Brasil apontam que o *TinkerPlots* possibilita diferentes formas de representação de dados, e o enriquecimento de estratégias de resolução de problemas. Porém não encontramos estudos que tratassem da análise sistemática da adequação do *software*, considerando aspectos técnicos e pedagógicos.

Além disso, consideramos que a seleção e uso de *software* educativo para explorar a interpretação de gráficos, pressupõe a necessidade de contemplar as especificidades do *software* para um conteúdo específico, buscando perspectivas alternativas que focam na relação entre o uso desse recurso e a aprendizagem de conceitos.

Nesse sentido, esta pesquisa tem como finalidade analisar um *software* educativo de Matemática a partir das estratégias de estudantes do Ensino Fundamental na interpretação de gráficos, tendo como base, referenciais para a avaliação desses recursos tecnológicos, que priorizam os seus aspectos educacionais. Para isso partimos do seguinte problema de pesquisa: Quais as características pedagógicas do *software* educativo *TinkerPlots* que podem influenciar a interpretação de gráficos por estudantes do 5º ano?

Partimos da hipótese de que as diferentes ferramentas disponibilizadas no *TinkerPlots* favorecem a construção de diversas representações para os dados pelo aluno, de forma dinâmica e intuitiva, mas a mediação e a interação (com colegas e com professores) consistem em pontos importantes para o avanço da compreensão dos estudantes sobre tópicos relativos à interpretação de gráficos.

Como objetivo geral buscamos analisar a adequação do *software* educativo *TinkerPlots* para a interpretação de gráficos por estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental em situações de resolução de problemas. Especificamente, objetivamos:

- Identificar as ferramentas do *TinkerPlots* utilizadas pelos estudantes para resolver diferentes tipos de problemas sobre gráficos;
- Analisar as estratégias para a interpretação de gráficos desenvolvidas pelos estudantes no ambiente do *TinkerPlots*;

- Analisar a adequação do *TinkerPlots* para o trabalho com a interpretação de gráficos, a partir da elaboração de critérios baseados em modelos existentes e do uso feito pelos estudantes.

Além dessa introdução, apresentaremos em seguida uma discussão sobre *software* educativo abrangendo definições, tipos e classificações. O segundo capítulo discute algumas perspectivas de avaliação de *software* educativo e aspectos da mediação pedagógica. No terceiro capítulo é abordada a Educação Estatística e a apresentação detalhada do *TinkerPlots*. No quarto capítulo é apresentado o percurso metodológico da pesquisa, seguido do capítulo cinco sobre os resultados e análise dos dados. Por fim, são tecidas nossas considerações finais.

CAPÍTULO I - SOFTWARE EDUCATIVO

1.1 Definição de *software* educativo

No contexto de expansão das fronteiras da escola e das diversas possibilidades para ensinar e aprender, a sala de aula é ampliada com a multiplicidade de alternativas trazidas pelo uso do computador, através da inserção dos mais variados tipos de *software*, da Internet como fonte de pesquisa e das diferentes mídias digitais.

Dentre esses recursos, o *software* educativo (SE) é uma das ferramentas para promover a interação e a aprendizagem, sendo caracterizado, de acordo com Oliveira, Costa e Moreira (2001), como o programa desenvolvido para oferecer subsídios ao professor na condução do aluno à aprendizagem de conceitos. Assim, um *software* é caracterizado como educacional, quando inserido em situações de ensino e de aprendizagem, e nesse sentido, um programa de computador mesmo que não tenha sido produzido com essa finalidade, pode ser considerado educacional se for adequado ao uso pela escola.

Ainda segundo Oliveira, Costa e Moreira (2001) o que distingue o SE de outros tipos usados na educação (como o *software* aplicativo, por exemplo), é a finalidade com a qual foi desenvolvido, qual seja, a de proporcionar ao aluno a construção de conhecimentos sobre os conteúdos específicos. Assim, segundo os autores, espera-se que um *software* educativo possa ampliar as possibilidades de construção de conhecimentos pelo aluno, considerando a articulação entre os conhecimentos prévios e conhecimentos científicos, bem como explorando a interação intra e intergrupos.

Dentre as características específicas dos SE que os diferenciam de outros tipos de *software*, as autoras propõem as seguintes: fundamentação pedagógica que permeia todo o processo de desenvolvimento do *software*; finalidade didática; mediação da interação aluno-usuário-programa pelo professor; facilidade de uso; e atualização do estado da arte com relação ao conteúdo e à metodologia.

O *software* educativo para Valente (1993) constitui-se como um dos ingredientes para a implantação do computador na educação, colocando-se ao lado

do computador, do professor capacitado para usar o computador como meio educacional e do aluno.

Além dessas possibilidades, o *software* educativo pode ser usado para ampliar e diversificar o atendimento aos alunos em seu processo de aprendizagem, favorecendo a imaginação, a construção de suas próprias representações e o acesso a diferentes formas de atividades e desafios.

De acordo com Sedig, Klawe e Westrom (2001), o objetivo do *software* educacional não é otimizar esforços e acelerar o desempenho dos estudantes, mas envolvê-los na atenção consciente para a reflexão sobre os conceitos. Dessa forma, a complexidade envolvida no projeto de *software* educacional interativo é fundamental, não significando apenas que a interface seja fácil para o usuário aprender e trabalhar com ela, mas que o *software* possibilite o envolvimento do aluno no processo de construção consciente do conhecimento.

Trouche (2003) também ressalta a importância desses recursos tecnológicos. Segundo o autor, as possibilidades de visualização e manipulação de objetos matemáticos conduzem a uma melhor compreensão dos conceitos abordados, e o *software* se constituiria como um espaço livre para a expressão de ideias dos estudantes. O autor estudou a influência dos artefatos na construção de conhecimentos, durante uma situação de resolução de problemas utilizando um ambiente de calculadora gráfica, indagando-se: ao manipular objetos matemáticos através de artefatos, que conhecimentos são elaborados pelos estudantes?

É fundamental, portanto, que o professor se aproprie das características do *software*, selecionando aqueles que estão de acordo com seus objetivos de ensino e com as características de seus alunos, pois diante da diversidade de recursos disponíveis atualmente, existem aqueles que podem beneficiar, de maneira mais explícita, o processo de construção do conhecimento, aspecto que precisa ser analisado na seleção de um *software* com finalidades educacionais.

Na história do desenvolvimento do *software* educativo, suas primeiras formas de utilização estão relacionadas ao uso do computador para o instrucionismo e para a transferência de informações ao estudante (BARANAUSKAS et al.,1999). No entanto, as novas formas de utilização desses recursos buscam a participação e o envolvimento ativo do estudante, numa perspectiva do computador enquanto ferramenta potencializadora de aprendizagens.

Da evolução das aplicações do computador na educação decorre a necessidade de compreensão das características dos diversos tipos de ferramentas disponíveis, do seu embasamento pedagógico e dos objetivos educacionais a que podem servir.

1.2 Tipos e Classificações de *software*

A diversidade de propostas de *software* existentes atualmente aponta para possibilidades apresentadas ao educador para promover processos de aprendizagem ricos, significativos, prazerosos e participativos, ou então, para reforçar e transpor práticas educacionais tradicionais através de tecnologias cada vez mais avançadas.

Conhecer as classificações existentes é, portanto, fundamental para discutirmos posteriormente a análise de tais recursos.

Em sua discussão sobre os diferentes tipos de *software* usados na educação, Valente (1999) argumenta que a aprendizagem através da memorização ou da construção, com base em uma perspectiva instrucionista, não está unicamente atrelada ao *software*, mas na relação que se estabelece entre este e o aluno. Diante das diferentes características nessa relação, o autor apresenta uma classificação dos diversos tipos de *software* usados na educação, como os tutoriais, o processador de texto, a programação, os *software* multimídia (incluindo a Internet), os *software* para construção de multimídia, os jogos, as simulações e as modelagens.

Na sua classificação, Valente (1999) considera que os *software* apresentados podem ser analisados em termos do ciclo descrição-execução-reflexão-depuração-descrição, possuindo mais ou menos estas características. Ou seja, descrição da resolução do problema pelo aluno, execução da descrição pelo computador, reflexão sobre a produção feita e busca de novas informações para depurar o conhecimento e modificar a descrição realizada anteriormente, refazendo-se o ciclo. Tal análise dá ênfase à compreensão, situando o aluno como protagonista do processo, revelando ainda um princípio educativo voltado para a necessidade da preparação das pessoas para a sociedade do conhecimento, contribuindo para que elas vivenciem a

compreensão do que fazem e sejam capazes de realizar construções que partem de suas próprias ideias.

A relação que se estabelece entre o *software* e o aluno, portanto, não está na dependência apenas do primeiro, inclui também a forma de organização da atividade que vai defini-la. Esse sentido de relação inclui o professor e envolve a premissa de que toda prática pedagógica reflete determinada concepção sobre a educação e sobre a construção do conhecimento. Dessa forma, ao ensinar, as ideias e práticas dos professores vão refletir de alguma forma os significados que eles atribuem ao processo de ensino e de aprendizagem.

Em Giraffa (2009) a autora reflete sobre a produção de *software* educacional no contexto da Cibercultura, explicitando que a questão fundamental nesse sentido, é relativa à seleção e uso dos recursos que melhor se adéquam aos objetivos pedagógicos. Atualmente o acesso a tais recursos é facilitado pela Internet, na qual encontramos uma variedade de *software* de todos os tipos, muitos de forma gratuita e organizados em repositórios, ou facilmente encontrados em *sites* de busca.

Segundo a autora em um contexto de disseminação de inúmeros recursos virtuais (comunidades virtuais, simulações de realidade virtual, ferramentas de busca, dentre outros), a produção de SE ainda tem seu espaço e novas alternativas precisam ser incorporadas ao ciberespaço de forma que ajudem professores e alunos a produzir conhecimento e a ampliar aqueles já existentes. Ainda de acordo com a autora, a área de Matemática concentra o maior número de *software* para a educação, variedade esta que não implica necessariamente em qualidade, pois muitos possuem déficits relacionados ao conteúdo abordado, à execução do sistema ou à interface, requerendo o papel atuante, criativo e reflexivo do professor.

Diante dos tipos e classificações existentes, Giraffa (2009) ressalta que o diferencial não está unicamente no *software*, mas é o modo como o utilizamos que possibilita ou não a incorporação de elementos importantes ao processo de ensino e aprendizagem. Assim a escolha do *software* (mesmo aqueles que não foram projetados com finalidades educativas) precisa ser contextualizada e ser resultante de uma estratégia docente.

Oliveira, Costa e Moreira (2001) propõem questionamentos sobre as concepções que embasam os SE disponíveis no mercado brasileiro e sobre quais concepções podem favorecer a aprendizagem.

Os autores verificam que as concepções e teorias pedagógicas podem influenciar as propostas de produção desses *software*. Eles destacam que a perspectiva behaviorista, teoria caracterizada de forma geral pela importância do reforço na aprendizagem e por considerar inconveniente o erro do aluno, tem embasado frequentemente propostas de *software* educativo no Brasil. Estes *software* caracterizam-se por tentar impedir o erro do aluno e por fornecer *feedbacks* imediatos em função de respostas incorretas.

A influência racionalista por sua vez, permeia alguns tipos de *software* caracterizados por incumbir o aluno de buscar soluções para os próprios erros sem oferecer recursos para auxiliar esse processo, como nos casos em que o aluno avança apenas quando acerta as respostas às perguntas propostas no programa.

Já em uma perspectiva interacionista, destacam-se os *software* que se constituem como uma ferramenta de ampliação do conhecimento do aluno, articulando os conhecimentos prévios e os conhecimentos científicos, bem como explorando as interações.

Ainda de acordo com Oliveira, Costa e Moreira (2001), os *software* podem ser categorizados como *software* educativos e *software* aplicativos. Dentre os dois tipos de *software* educativo (SE) propostos pelos autores, existem aqueles conhecidos também como Programa Educativo por Computador (PED) ou *Courseware*, que buscam favorecer os processos de ensino e de aprendizagem e a construção de conhecimentos relacionados a conteúdos didáticos. Dentre as características principais desse tipo de *software* estão: fundamentação teórica permeando todo o seu desenvolvimento; finalidade didática, interação entre aluno e programa mediada pelo professor; facilidade de uso e atualização. A qualidade de um *software* é marcada pela presença destas características, no entanto, nos programas disponíveis no mercado até então, essa coerência interna ainda não era percebida, pois esses itens não apareciam de forma equilibrada nos programas.

A predominância de uma ou de outra característica tem como resultado alguns tipos de SE, como o *software* que dá ênfase à lógica do conteúdo, *software* que buscam interação progressiva com o usuário, e *software* que permitem maior aproveitamento pedagógico, podendo ser usados numa perspectiva construtivista.

Nesse sentido Oliveira, Costa e Moreira (2001), apresentam uma evolução histórica dos tipos de *software* educativos, refletindo inicialmente sobre *software* com ênfase na lógica do conteúdo, os *Computer Assisted Instruction* (CAI) ou a Instrução

Assistida por Computador (IAC). Estes foram os primeiros tipos de *software* com a finalidade de uso do computador na educação de influência behaviorista. Os autores alertam para o fato de que muitos *software* presentes no mercado são apresentados como produtos revolucionários e de metodologia construtivista, mas têm em sua essência, uma proposta que se assemelha com o CAI, mascarada pelo uso intensivo de recursos gráficos e de multimídia.

Na categoria dos *software* educativos que favorecem o uso pedagógico numa perspectiva construtivista, pela interação proporcionada ao usuário, Oliveira, Costa e Moreira (2001) apontam os tutoriais, a simulação e os jogos educacionais. **A simulação** é uma abordagem utilizada para compreender fenômenos e comprovar leis, em lugar de realizar um experimento real. De maneira interativa, o aluno pode fazer intervenções na experiência, alterar formas, repetir, interromper e avaliar, refazer cálculos, comprovar e reelaborar hipóteses. **Os tutoriais** por sua vez, são programas com recursos *on-line* que favorecem o acesso ao conteúdo didático e propõe questões às quais o aluno deve responder. Além disso, tais respostas são consideradas no processo de aprendizagem, e o *software* potencializa as possibilidades que o usuário tem de ação e de superação de dúvidas e conflitos. Suas limitações se devem à falta de uma ampla interação com o usuário, no que se refere à análise de suas respostas e à interpretação dos dados fora dos limites postos pelo programa. Ainda dentro desse tipo de *software* se enquadram os **jogos educacionais** que além de favorecer o entretenimento do usuário, podem influenciar os aspectos sociais, afetivos e cognitivos do desenvolvimento. Podem envolver simulações, tutoriais e sistemas inteligentes, além de proporcionar diversão, interatividade, envolvimento e criatividade.

O outro tipo de SE proposto por Oliveira, Costa e Moreira (2001) é o *software* aplicativo. Estes podem ser divididos em:

- **Software para a produção de SE**, como sistemas de autoria, sistemas de hipertextos, ambientes tutoriais e linguagem LOGO.
- **Software de apoio administrativo**, como banco de dados, ambientes de programação, processadores de textos, planilhas eletrônicas, editores gráficos e programas de comunicação.

Baranauskas et al. (1999) apresentam outra classe de sistemas computacionais em educação, a dos chamados Ambientes Interativos de Aprendizagem (AIA). Estes estão pautados na aprendizagem construcionista, ou

seja, na construção individual do conhecimento por meio da investigação e da exploração. Dentre os exemplos de AIA estão:

- **Micromundos:** Ambientes estruturados que permitem ao aprendiz experimentar ideias e habilidades, baseados em conceitos e em construtos de programação. Exemplo: Micromundos da Geometria da tartaruga.
- **Modelagem:** usada para modelar um fenômeno (real ou hipotético) selecionado previamente e fornecido ao usuário, bem como para analisar seu comportamento. Exemplos: Linguagens de programação.
- **Simulação:** consiste em uma das etapas da modelagem, envolvendo a escolha do fenômeno pelo usuário, experimentação e análise do modelo criado. Exemplos: Jogos para construção e gerenciamento de cidades.
- **Linguagem de programação:** na qual por meio da resolução de problemas que envolvem linguagens de programação, pode-se conhecer o caminho percorrido pelo estudante no processo da resolução. Exemplo: Linguagem Logo, criada em 1968 e robótica pedagógica.
- **Sistemas de autoria:** são sistemas para autoria de hipertextos, que permitem ir além do papel de leitor e assumir também o papel de autor de hiperdocumentos.

Além do ensino assistido por computador e dos AIA, Baranauskas et al. (1999) classificam os sistemas computacionais em educação ainda como aqueles que possibilitam a aprendizagem socialmente distribuída. Esta categoria abrange o uso da Internet que, segundo os autores, representa o nível mais avançado de uso das tecnologias na educação, proporcionando a alunos e professores o acesso à informações e a troca de ideias.

A partir da análise dos diferentes tipos de SE existentes podemos depreender que estes são acompanhados de concepções e pressupostos que devem ser levados em consideração na seleção de qual, como e para quais alunos será utilizado. Essa reflexão é fundamental para que seu uso não seja um fim em si mesmo, mas que favorecer a aprendizagem seja seu maior objetivo. De outra forma, ele será usado apenas para reproduzir práticas educacionais tradicionais através de tecnologias cada vez mais atuais.

Em nossa pesquisa, temos como foco o uso do *TinkerPlots 2.0*. De acordo com as classificações propostas pelos autores citados acima, e da definição do *software* por seus autores (KONOLD; MILLER, 2005) na ajuda online, o *TinkerPlots*

pode ser classificado como um *software* para a simulação de dados, caracterizado pela possibilidade de experimentar, testar hipóteses e analisar os resultados obtidos através da simulação de um modelo por meio de representações gráficas e animações (BARANAUSKAS et al., 1999).

Assim, enquanto *software* para simulação de dados, no *TinkerPlots* é possível gerar simulações sobre probabilidade em um *sampler*, inserir dados coletados ou utilizar dados de modelos fornecidos pelo *software*, bem como criar os seus próprios gráficos ou tabelas a partir destes dados, ou produzir relatórios que incluem estas representações gráficas e as explicações para as conclusões obtidas.

1.3 Aspectos da mediação pedagógica no uso de *software* educativo

A discussão sobre os diferentes tipos de *software* que podem ser utilizados na educação conduz à importante questão da mediação pedagógica no uso dessas ferramentas, pois o *software* em si não contém as condições para que o aluno aprenda. O *software* consiste em um mediador, mas também existem outros mediadores, como é o caso do professor e dos colegas.

Na perspectiva da teoria de Vygotsky (1991) os mediadores são instrumentos que transformam a realidade. Assim, o homem não está limitado a responder aos estímulos, mas age sobre eles e os transforma pela interposição de instrumentos de mediação entre o estímulo e a resposta.

Lopes (2005) discute o conceito de mediação pedagógica como sendo a ação do professor como um facilitador e incentivador da aprendizagem, colaborando ativamente na relação entre o aluno e a aprendizagem.

Com relação ao uso das tecnologias, Lopes (2005) argumenta que estas podem incentivar a participação e o envolvimento do aluno, favorecendo a troca de informações, a visualização e a solução de problemas, bem como a análise e a comunicação de descobertas. Seu uso em uma perspectiva de mediação pedagógica auxilia o aluno a utilizá-las em função de sua aprendizagem e a comunicar os conhecimentos construídos.

Dessa questão decorre a atuação fundamental do professor enquanto mediador, propositor de desafios, e criador das condições para que o aluno se

engaje nas experiências de aprendizagem, discutindo, elaborando hipóteses, e buscando soluções.

Nesse sentido, Valente (1999) afirma que a interação entre o aluno e o computador necessita da mediação de um profissional, pois,

em todos os tipos de *software*, sem o professor preparado para desafiar, desequilibrar o aprendiz, é muito difícil esperar que o *software per se* crie as situações para ele aprender. A preparação desse professor é fundamental para que a educação dê o salto de qualidade e deixe de ser baseada na transmissão da informação e na realização de atividades para ser baseada na construção do conhecimento pelo aluno (VALENTE, 1999, p. 84).

Especificamente sobre a produção e avaliação de *software* educativo, Oliveira, Costa e Moreira (2001) ressaltam que mesmo com a informatização das escolas em certo nível, os professores ainda têm dificuldades com relação à melhor forma de utilizá-lo no processo de ensino e de aprendizagem. Além disso, é reforçado o papel do professor enquanto mediador no processo de construção de conhecimento, de modo que o uso dessas ferramentas, se feito adequadamente, pode favorecer o papel ativo e reflexivo do aluno na interação com os conteúdos.

A partir do *TinkerPlots*, *software* que analisaremos mais aprofundadamente em nossa pesquisa, podemos depreender alguns aspectos relativos à mediação pedagógica. Veremos mais adiante que esse, consiste em um *software* que possui uma quantidade interessante de situações prontas, mas que requer um maior envolvimento do professor para adequar tais situações à realidade onde atua e para criar situações complementares para favorecer a compreensão dos diferentes conceitos abordados sobre a Educação estatística.

Esses aspectos concernentes aos conceitos e às representações do *software TinkerPlots*, encontram-se discutidos em seguida a partir de uma abordagem mais ampla na qual buscamos relacionar o uso das tecnologias especificamente para o ensino e aprendizagem de gráficos estatísticos.

CAPÍTULO II - AVALIAÇÃO DE SOFTWARE EDUCATIVO

2.1 Entre velhas e novas abordagens

A crescente disponibilidade de *software* para uso educativo, nos leva a refletir sobre suas repercussões no ensino, na aprendizagem, e sobre como selecionar os tipos de *software* mais adequado aos objetivos propostos.

Consideramos que a seleção de um *software* para ser utilizado em situações educacionais, precisa estar atrelada à proposta pedagógica da escola, aos objetivos do professor diante do ensino de determinado conteúdo, às necessidades e especificidades dos estudantes e ao processo de mediação do conhecimento.

Nesse sentido, os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997), explicitam a necessidade de conhecer e analisar os *software* educativos, de modo que o professor aprenda a selecioná-los com relação à concepção de conhecimento e de aprendizagem que possui e aos objetivos de ensino que pretende atingir, sabendo diferenciar os *software* que atendem a um estudo mais dirigido (para testar conhecimentos, por exemplo), daqueles que mobilizam os alunos a interagir com a ferramenta e a construir conhecimentos.

No entanto é observado por Gomes, Lins e Gitirana (2003), que em geral as avaliações de *software* educativo são feitas tradicionalmente a partir de critérios da área de engenharia, observando-se aspectos como a qualidade da interface, coerência de apresentação dos conceitos e aspectos ergonômicos dos sistemas. Assim, para a avaliação de interfaces educativas são usadas, em muitos casos, metodologias adotadas para *software* não educativos, com a observação de seus aspectos constitutivos e da qualidade do *feedback*.

Silva (2009) destaca alguns desses paradigmas para avaliação de *software* educacional, tais como: classificação e avaliação da qualidade por critérios; criação de instrumentos para avaliação de qualidade de *software*; análise da ergonomia; Metodologia para Avaliação de *Software* Educacional Infantil (MAQSEI); Técnica de Inspeção de Conformidade Ergonômica de *Software* Educacional (TICESE); análise da tarefa; e análise instrumental. O autor chama a atenção para o fato de que o *software* educacional enquanto produto, pode ser avaliado de acordo com critérios

técnicos, no entanto, faz-se necessário ainda envolver uma equipe multidisciplinar de modo a garantir um resultado de acordo com o objetivo do seu desenvolvimento.

Carraher (1990) já discutia a problemática da qualidade de *software* educativo. Segundo a autora, é necessário admitir que pouco sabemos sobre o que representa um *software* de boa qualidade, o que se deve por um lado, à ausência de um quadro de referência teórica para discutir e analisá-lo, e por outro, por assumirem finalidades diversas.

Alguns autores vêm buscando a proposição de metodologias alternativas para a avaliação da qualidade e da adequação de *software* educativos, enfatizando os aspectos pedagógicos e as experiências dos usuários de tais recursos.

De acordo com Kortenkamp (2002), são três os ingredientes para a construção de melhores ferramentas para o ensino de Matemática. O primeiro ingrediente apontado pelo autor é a facilidade do *software* tanto para utilizar o conteúdo matemático fornecido, bem como para a instalação do *software*.

Além da facilidade, outro ingrediente seria a inteligência do *software*. Segundo o autor, muitos problemas matemáticos que são abordados por meio do computador no ensino e aprendizagem da Matemática, são fáceis em relação às ferramentas computacionais. O que traria um enriquecimento desse uso seria, então, o desenvolvimento de um *software* inteligente, ou seja, aquele que compreende o que o usuário pretende e o orienta nas próximas ações, descobrindo padrões repetitivos no trabalho, oferecendo atalhos que evitem repetições. Assim, o *software* precisa abordar suficientemente a Matemática para fazer boas sugestões e verificar rapidamente conjecturas, embora o trabalho final de criar um bom teste continua a ser do professor.

O último aspecto considerado importante para Kortenkamp (2002) refere-se à interoperabilidade de *software*. Esse seria o ponto crucial para um *software* melhor e mais versátil. Assim, os autores de *software* de Matemática precisariam focar nas coisas que ele pode fazer melhor, garantindo a possibilidade de tornar fácil a vinculação a outros pacotes de *software*.

Sobre a avaliação de SE, Freire e Prado (1999), por exemplo, discutem a questão da análise como ação fundamental diante do dilema apresentado ao educador da escolha do *software* adequado. Nesse sentido, as autoras apontam que aspectos técnicos são importantes para a definição da qualidade geral do *software*, tais como suporte técnico, plataforma do computador, além de aspectos da interface

como diálogo entre usuário e máquina, apresentação visual, tipos de *feedback* e de ajuda.

No entanto, ao tratarmos de *software* utilizados em um contexto educacional, aspectos teórico-pedagógicos precisam ser considerados como: público-alvo, formas de uso do *software*, materiais complementares necessários, consistência e estrutura de apresentação do conteúdo, nível de envolvimento do aprendiz, bem como o estímulo ao raciocínio, criatividade, imaginação e trabalho em grupo (FREIRE; PRADO, 1999).

Freire e Prado (1999) retomam a importante questão da perspectiva de aprendizagem que embasa o SE. Dessa forma ao analisarmos um *software* e o selecionarmos porque ele possui, por exemplo, uma fundamentação construtivista, não garante que seu uso educacional tenha essa mesma fundamentação. É a atuação do professor que proporciona seu uso pedagógico de forma construtivista na prática, e dá significado ao *software* de acordo com os objetivos de ensino que possui.

Outra discussão sobre a avaliação de *software*, especificamente nas aulas de Matemática, é proposta por Gladcheff, Zuffi e Silva (2001), segundo os quais o uso de *software* no Ensino Fundamental necessita abranger diversos objetivos tais como: ser fonte de informação, desenvolver a autonomia da reflexão, do raciocínio e de soluções dos problemas, bem como auxiliar o processo de construção de conhecimentos.

Ao discutirem os critérios de análise de *software* de Matemática, as autoras apontam que a perspectiva na avaliação desses recursos, deve ser a da valorização dos aspectos educacionais, submetendo a estes os demais critérios de avaliação de sua qualidade. Assim, a avaliação da qualidade de um *software*, vai além de características como a funcionalidade, usabilidade, confiabilidade, eficiência, manutenibilidade e portabilidade estabelecidas pela Norma ISO/IEC 9126 (1997), pois o uso desses recursos só se justifica na medida em que possibilitam um avanço qualitativo nos processos de ensino e de aprendizagem em favor de uma educação transformadora.

Baseados numa perspectiva construtivista de aprendizagem, Gomes et al. (2002) apontam que a adequação de um *software* educativo depende de como ele está inserido no ensino, das dificuldades dos alunos identificadas pelo professor e da análise de situações realizadas pelos alunos utilizando o *software*. Sendo o

professor o propositor do uso de recursos informatizados para favorecer a aprendizagem, este precisa ter parâmetros para analisar a pertinência do *software* aos seus objetivos de ensino e de aprendizagem.

Segundo essa abordagem, que segue uma forma diferente da maneira usual de avaliação de *software* educativo, a qualidade destes recursos está relacionada à possibilidade de os indivíduos construírem diversas situações envolvendo um número significativo de propriedades de um conceito, e no caso da Educação Matemática, aqueles que favorecem a descoberta, inferência de resultados, levantamento e teste de hipóteses. Nessa perspectiva, a metodologia para a avaliação de interfaces educativas voltadas para a Educação Matemática prioriza aspectos relacionados à sua utilização em situações de resolução de problemas. Tal metodologia se diferencia, por analisar a qualidade de uma interface a partir da observação, coleta e análise de dados de usuários utilizando a interface (GOMES et al., 2002).

Assim, considerando que a aprendizagem não pode ser tomada como um processo geral, mas que sempre envolve a aprendizagem de algo específico, a escolha de um *software* deve estar sempre relacionada ao ensino de algo. Os autores destacam que a maioria dos SE para o ensino de Matemática disponíveis, parecem abordar ainda uma pequena parte de um campo conceitual específico, e poucas situações que dão significado a um conceito. Nesse sentido, a qualidade de um *software* está vinculada às possibilidades oferecidas ao usuário de construção de um amplo conjunto de situações que abrangem uma porção fundamental de invariantes operacionais.

Em Gomes (2008) além desses aspectos, temos um referencial teórico construtivista para avaliação de *software* educativo, tendo como pressuposto a análise qualitativa do impacto na aprendizagem durante o uso de um *software*. O autor propõe uma metodologia de avaliação que se diferencia de outras propostas, pois analisa a interface a partir da observação, coleta e análise de dados dos usuários ao fazerem uso da interface. Para ilustrar esse referencial é utilizado um *software* sobre Geometria Dinâmica, e os resultados apontam para a mobilização de propriedades distintas de conceitos em função do uso de diferentes instrumentos.

Nesse sentido, conhecer e avaliar tais recursos constitui-se em ações fundamentais para o profissional de educação usá-los em sua prática docente, de

forma coerente com seus objetivos, consciente de suas possibilidades e limites para uma aprendizagem significativa.

Ainda sobre a qualidade do *software* com finalidades educativas, de acordo com Oliveira, Costa e Moreira (2001), há no mercado brasileiro *software* direcionados à Educação Infantil e ao Ensino Fundamental, sendo comum, a presença de jogos em formato digital por um lado, e por outro, um número escasso de *software* que favorecem o desenvolvimento cognitivo.

Segundo os autores, temos atualmente uma maior disponibilização e uso de *software* educativo, fato que leva seus consumidores a buscar se informar com relação ao seu potencial pedagógico, e que requer uma avaliação adequada dos *software* lançados no mercado. Mas tal avaliação se inicia mesmo antes de sua criação, quando a equipe produtora do *software* elege os critérios que nortearão o seu desenvolvimento e a sua avaliação inicial. Assim, o usuário será o avaliador final (incluindo alunos, professores e a equipe mantenedora).

Essa discussão ressalta o papel da escola na avaliação do *software* observando aspectos como: a proposta pedagógica da instituição, o olhar dos professores e especialistas sobre a adequação e a contribuição real de seu uso como recurso potencializador e enriquecedor da ação pedagógica.

Baseados em diversas definições existentes, Oliveira, Costa e Moreira (2001) definem critérios de avaliação de *software* educativos como “*referenciais para emitir uma apreciação sobre determinado SE*” (p. 124). Partindo dessa definição os autores utilizam quatro categorias nas quais classificam os critérios de produção e avaliação de *software* educativo, são elas:

- Interação aluno-*software*-professor
- Fundamentação pedagógica
- Conteúdo
- Programação

Consideramos em nossa pesquisa a necessidade de levar em consideração os aspectos pedagógicos nos critérios de análise de *software* que são destinados ao ensino, visto que, tais produtos se constituem em uma das ferramentas para promover a aprendizagem. Nesse sentido, esses *software* caracterizam-se pelo objetivo de oferecer subsídios ao professor na condução dos alunos à aprendizagem de conceitos.

Esta análise pedagógica do *software* segundo Wolff (2008), é destinada a conhecê-lo enquanto ferramenta educacional e não apenas como realizador de tarefas. É nessa perspectiva que o autor descreve vários itens fundamentais à análise de *software* que vão desde a tipologia, até os requisitos necessários aos alunos para utilizar tais recursos.

Inicialmente, o autor realizou uma pesquisa sobre classificação de *software*, a fim de constituir um referencial de análise e elaborar, a partir disso, uma ficha de avaliação que incluía elementos como a identificação do produto, suas características técnicas, os aspectos pedagógicos e resumo/sugestões. Um aspecto importante levantado por Wolff (2008) é saber o que o *software* exige para sua utilização. Esse conhecimento contribui para evitar que o aluno realize uma aprendizagem apenas com relação ao programa, no sentido de saber como ele funciona, mas não consiga estabelecer as relações entre os conteúdos que se pretende ensinar com o *software*.

Esse processo requer sempre a reflexão do educador sobre os objetivos que pretende atingir a partir da utilização do *software* e em relação aos conhecimentos matemáticos ou de qualquer outra área do conhecimento.

No estudo que propomos, serão considerados os aspectos já previstos nos estudos de Gomes et al. (2002) e também outras perspectivas fundamentadas nos aspectos conceituais trabalhados no *software*. Além destes, serão considerados os conteúdos e competências a serem desenvolvidas pelos alunos do Ensino Fundamental, indicadas pelos PCN (BRASIL, 1997) para o Tratamento da Informação e fundamentados pelas perspectivas de Carvalho, Monteiro e Campos (2010) para a interpretação de gráficos.

Nesse sentido, essa pesquisa tem como finalidade analisar um *software* educativo de Matemática a partir das estratégias de estudantes do Ensino Fundamental para a interpretação de gráficos, tendo como base, referenciais para a avaliação desses recursos tecnológicos, que priorizam os seus aspectos pedagógicos em uma perspectiva de trabalho colaborativo e mediado.

Para tanto, torna-se necessário discutir os usos de *software* educativo no contexto desse conteúdo específico. No Capítulo III a seguir, apresentaremos uma discussão sobre o uso de *software* educativo para a interpretação de gráficos, focando as análises no *software TinkerPlots*.

CAPÍTULO III - USO DE *SOFTWARE* EDUCATIVO NA EDUCAÇÃO ESTATÍSTICA

3.1 Uma abordagem na interpretação de gráficos

Gráficos e tabelas enquanto recursos para a comunicação de dados são encontrados frequentemente nos diversos meios de comunicação e por sua veiculação constante, entendê-los se torna um aspecto relevante para a participação do indivíduo na vida social.

Estudos prévios realizados (MONTEIRO, 1999; CAZORLA e CASTRO, 2008) apontam que situações envolvendo gráficos estatísticos são frequentemente observadas em nossa vida cotidiana, veiculando informações relacionadas a diferentes tipos de variáveis e às relações entre elas. Nos meios de comunicação, por exemplo, é crescente a poluição das informações com números, dados estatísticos, bem como a presença de recursos mais sofisticados com gráficos.

Segundo Cazorla e Castro (2008), tais gráficos veiculados são cada vez mais coloridos, envolventes, mas nem sempre autênticos. As autoras apontam para a escassez de noções básicas de Estatística que possibilitariam a consumidores e expectadores de noticiários e propagandas, ter as ferramentas necessárias para analisar as informações divulgadas. Em geral, há uma recepção acrítica da imprensa e do público diante dos números, dados e resultados das pesquisas, as quais têm suas conclusões “empacotadas” e parecem mais intimidadoras do que realmente são.

Assim, segundo essas autoras, o amplo uso da representação gráfica pode ser explicado por ser visualmente mais prazeroso e pela eficiência para transmitir informações, de forma que as pessoas possam percebê-las com mais facilidade. No entanto, muitas dessas informações são contraditórias ou são divulgadas conclusões incompletas, distorcidas ou fora de contexto. Assim as pesquisas nas quais tais informações se inserem, não são compreendidas em sua natureza e podem conduzir a opiniões e decisões equivocadas.

Sobre a grande quantidade de representações gráficas utilizadas atualmente para transmitir de forma rápida um grande número de dados, Albuquerque (2010) aponta que a escala apresentada em um gráfico pode ser um recurso para a

manipulação de dados, o que pode gerar entendimentos distorcidos sobre as informações veiculadas.

Cazorla e Castro (2008) tecem considerações sobre como a escola pode formar leitores no sentido de estarem situados historicamente e preparados para lutar contra discursos e privilégios de uma sociedade injusta e para desmontar as armadilhas que perpetuam as desigualdades sociais. Para uma experiência de leitura completa é necessária a compreensão da lógica das informações, tanto matemáticas quanto estatísticas, que embasam discursos e também armadilhas dos que veiculam informações como é o caso da distorção de escalas em gráficos. Assim, é fundamental letrar e numerar todo cidadão para produzir outros sentidos sobre os fatos e fenômenos. O professor de Matemática precisa ultrapassar o papel de transmissor de fórmulas e algoritmos, para “dar sentido e vida a essa matemática escolar que parece tão distante, mas que se faz cada vez mais necessária” (p. 50).

Sobre a função dos gráficos e tabelas, Selva (2009), afirma que estes recursos permitem visualizar com maior clareza o comportamento dos dados e as tendências, bem como organizar e analisar as informações. Assim, os gráficos permitem apresentar informações numéricas de forma visual e possibilitam a organização de diferentes informações em um espaço bidimensional cartesiano.

Guimarães (2009) também explicita a funcionalidade dos gráficos e tabelas, afirmando que estes são recursos para a representação condensada de dados que possibilitam sua apreensão de forma mais rápida e precisa. Para a autora, a representação gráfica das informações exige a classificação dos dados, a partir da qual podemos compará-los e explorá-los visual e verbalmente. Tal representação pode ser feita por diferentes tipos de gráficos, cada um ressaltando ou ocultando informações.

Assim, para analisar gráficos é fundamental compreender como estes foram organizados, a ordem dos dados e sua relevância, processo que envolve leituras, interpretações, construção de sentidos e inferências. O processo de construção de gráficos envolve o estabelecimento de variáveis, seleção de dados, de descritores, de escalas e da representação mais adequada (GUIMARÃES, 2009).

No entanto, a interpretação e a construção de gráficos ainda são habilidades consideradas de natureza complexa por muitos estudantes e professores. Estas dificuldades relacionam-se à construção de escalas, aos eixos, à comparação dos

dados, à relação das informações com intervalos de tempo, dentre outras (SELVA, 2009).

Consideramos que essas habilidades focadas na construção de escalas talvez possam ser superadas com um trabalho envolvendo o uso de um *software* educativo. Nesse sentido, o foco passa da construção para a leitura e interpretação de gráficos.

Curcio (1987) oferece uma importante contribuição sobre a compreensão de gráficos. A pesquisadora considera o gráfico como um tipo de texto que mobiliza no leitor diferentes níveis de compreensão, as quais envolvem diversos tipos de habilidades e são influenciadas pelo conhecimento anterior relacionado a componentes estruturais dos gráficos tais como: tópico apresentado, conteúdo matemático e forma gráfica.

A autora classificou três tipos de leituras de gráficos: “leitura dos dados”, “leitura entre os dados” e “leitura além dos dados”. Esse terceiro tipo de leitura seria particularmente importante, porque envolveria extrapolação dos dados apresentados no gráfico, o que auxiliaria os leitores a desenvolver interpretações baseadas em seus conhecimentos e experiências prévias (CURCIO, 1987).

A influência do tipo de problema na interpretação de gráficos estatísticos também tem sido objeto de estudos na área de interpretação de gráficos. Em Carvalho, Nunes e Campos (2008), são abordados diferentes tipos de problemas sobre gráficos, e que requerem diferentes tipos de interpretações dos estudantes. Com isso, os autores colocam em evidência a importância de interpretações que engajem os estudantes em ações de integração dos aspectos visuais e conceituais das informações. Assim, os níveis de interpretação de gráficos também podem ser explicados a partir da estrutura dos problemas, ou tipos de problemas que os estudantes são solicitados a interpretar.

Ainda sobre essa relação entre as interpretações e os tipos de problemas propostos, Friel, Curcio e Bright (2001) ressaltam que diferentes níveis de questões podem provocar diferentes níveis de compreensão, e vários fatores críticos podem influenciar a compreensão do gráfico, tais como as características das tarefas, as características da disciplina e do leitor.

Assim, consideramos que para que os estudantes desenvolvam habilidades de interpretação, análise e extrapolação dos gráficos, os professores precisam

propor atividades que requeiram dos alunos a percepção de tendências nos dados, além de generalizações e leituras que se situam além dos dados.

Desse fato, decorre a necessidade de explicitação por parte do professor, dos aspectos conceituais convencionais da representação gráfica como os eixos e escalas. Assim, o docente pode atuar de forma mais clara com relação a este conteúdo, e promover diferentes situações em que o trabalho com gráficos se relacione à realidade dos estudantes, promovendo a aprendizagem por meio do desenvolvimento de diferentes estratégias de resolução de problemas e da troca de conhecimentos com os demais.

Partindo da consideração de gráficos como representação estatística e atividade cognitiva de grande relevância para o desenvolvimento crítico no mundo atual, Carvalho, Monteiro e Campos (2010) oferecem uma análise que distingue a concepção de gráficos como um tipo de representação simbólica da informação e convenção cultural. Enquanto representação, tem a finalidade de ampliar formas de compreensão sobre relações entre quantidades. Como instrumento cultural, o gráfico é utilizado para veicular uma variedade de conteúdos. A ênfase no trabalho com a interpretação de gráficos na escola precisa ser considerada uma vez que essas instituições são responsáveis formalmente pelo ensino dos conhecimentos construídos historicamente pelo homem.

Carvalho, Monteiro e Campos (2010) colocam em evidência que a interpretação de gráficos não se limita apenas à leitura de dados, mas abrange um processo de resolução de problemas, cuja aparência do gráfico, a natureza das questões, os tipos de problemas e as experiências daqueles que interpretam são aspectos a serem considerados. Nesse sentido, a pessoa que interpreta o gráfico precisa mobilizar conhecimentos e experiências, estabelecendo relações entre os aspectos visuais e conceituais do problema. Como resultado, a interpretação de gráficos não é um processo espontâneo, mas encontra-se fortemente dependente das situações de ensino organizadas pelo professor.

Outro aspecto dos gráficos estatísticos apontado por Carvalho (2008) está relacionado à sua importância para o trabalho com relações entre variáveis. Por um lado, as variáveis segundo a autora podem ser contínuas em que os valores podem ser organizados ao longo de uma linha que representa sua sequência, como por exemplo, o peso das crianças. Por outro lado, as variáveis podem ser discretas ou

classificatórias, quando não são representadas em um contínuo, mas tomadas como categorias, como por exemplo: a cor dos cabelos.

Assim, diante das dificuldades dos leitores de gráficos apresentadas nas pesquisas citadas e da importância dos gráficos na vida cotidiana, a necessidade de construção de situações didáticas para o ensino de gráficos na escola é ressaltada, em especial aquelas relacionadas à interpretação. A importância deste aspecto é apontada inclusive pelos PCN, que destacam a necessidade de exploração desta área desde o início da aprendizagem formal da Matemática, conforme detalhamos em seguida.

O Tratamento da Informação é destacado nas orientações dos PCN (BRASIL, 1997) como um bloco de conteúdos específicos da Matemática, sendo ressaltada a sua importância mediante os seus usos na sociedade. Especificamente sobre a estatística, o objetivo é conduzir os alunos ao desenvolvimento de procedimentos para a coleta, a organização, a comunicação e a interpretação de dados em gráficos, tabelas e outras formas de representações.

Os PCN oferecem orientações para os quatro ciclos de aprendizagem do Ensino Fundamental. Nesta pesquisa, abordaremos apenas o segundo Ciclo, por ser o que inclui o nível de escolaridade dos estudantes participantes de nosso estudo.

As orientações dos PCN (BRASIL, 1997) relativas aos conteúdos do segundo Ciclo referem-se, de forma geral, à: coleta e organização dos dados; leitura e interpretação de dados em listas, tabelas, diagramas e gráficos e construção dessas representações; interpretação de dados para identificação de características previsíveis ou aleatórias de acontecimentos; produção de textos escritos a partir da interpretação de gráficos e tabelas; obtenção e interpretação da média aritmética; avaliação de probabilidades; e a exploração da ideia de probabilidade em situações-problema.

Os PCN enfatizam a importância de serem usados recursos tecnológicos como o computador para o eixo de conteúdos de Matemática, inserindo no seu conjunto de orientações para a educação básica, o computador como recurso que tem um importante papel no processo de ensino e de aprendizagem, tanto por abranger inúmeras possibilidades nesse processo, quanto pelo seu papel em diferentes atividades da sociedade moderna.

Segundo Garfield e Ben-Zvi (2008), o uso da Tecnologia na interpretação de gráficos configura-se como algo fundamental na medida em que abre novas possibilidades de leitura e interpretação de dados, dentre outros aspectos.

Complementando essa discussão sobre o papel do uso das tecnologias no Ensino de Estatística e especificamente sobre interpretação de dados, Friel, Curcio e Bright (2001) apontam que o uso da tecnologia pode servir como uma ferramenta para provocar a curiosidade sobre vários formatos de representações visuais, bem como proporcionar um processo dinâmico de análise de dados, exploração e experimentação de gráficos.

Nesse sentido, o trabalho com a Estatística envolve conteúdos, situações e representações diversificadas, sendo necessárias maiores investigações sobre o ensino e a aprendizagem dessa atividade cognitiva, bem como a necessidade de construção de situações didáticas que favoreçam a aproximação dos estudantes com esses recursos digitais. Na seção seguinte discutiremos de forma mais detalhada as implicações da tecnologia na interpretação de gráficos, situando em particular o uso de *software* educativo.

3.2 Interpretação de gráficos estatísticos e o uso de *software* educativo

A utilização das tecnologias tem crescido na área de interpretação e produção de gráficos fornecendo novas formas de analisar, de explorar dados e de pensar em ideias estatísticas, e permitindo que os estudantes mantenham o foco na interpretação de resultados e na compreensão de conceitos.

De acordo com Garfield e Ben-Zvi (2008) o uso da tecnologia no Ensino de Estatística é proveitoso quando feito para acessar, analisar e interpretar dados reais, automatizar cálculos e processos, produzir e modificar gráficos, além de criar simulações para apresentar conceitos abstratos.

As tecnologias têm um grande potencial para ampliar as aprendizagens dos estudantes e o desenvolvimento profissional de professores, entretanto, elas têm impacto na educação apenas se forem usadas adequadamente. Assim, Garfield e Ben-Zvi (2008) salientam que o foco do professor precisa estar no conteúdo de ensino e não na ferramenta em si para que seja escolhida a tecnologia mais apropriada para os objetivos de aprendizagem dos estudantes. Os autores também

salientam que esse processo envolve a escolha não apenas de uma, mas de uma combinação de tecnologias.

Ainda segundo Garfield e Ben-Zvi (2008) apesar das potencialidades que as tecnologias oferecem, os professores precisam ser cuidadosos no sentido de evitar a utilização de *software* sofisticados que exigem muito tempo para a sua aprendizagem. Além disso, destacam a importância de refletir sobre a melhor forma de usar a tecnologia, como por exemplo, permitindo situações de estimativas e testes, evitando passar muito tempo inserindo dados. Tendo maior segurança com o uso da ferramenta, os professores podem progressivamente estimular os alunos a dar mais sentido a suas explorações, com cada vez menos orientação e estruturação, e mais foco nos conceitos estatísticos. Ainda segundo os autores, são necessários mais estudos sobre meios efetivos de integrar tecnologias nos cursos de estatística para desenvolver o raciocínio dos estudantes sobre conceitos específicos, bem como sobre formas adequadas de avaliar o impacto desse processo na aprendizagem. Com a crescente ênfase na Educação Estatística em todos os níveis da educação, os autores esperam que mais projetos possam fornecer informações sobre os usos apropriados da tecnologia para favorecer a aprendizagem nessa área.

Algumas pesquisas têm se debruçado sobre o uso de recursos tecnológicos para o ensino e para aprendizagem de conceitos estatísticos, em especial, explorando as diversas possibilidades oferecidas por *software* educativos desenvolvidos nessa área.

Dentre os estudos desenvolvidos, Coutinho, Almouloud e Silva (2012), focam na construção e interpretação de gráficos através da utilização do *software* Geogebra com o uso de comandos diretos (disponíveis na caixa de comandos) ou construídos na linha de comandos. Esse *software* para construção de gráficos possui características dinâmicas, que possibilitam a exploração da escala, a construção de mais de um gráfico no mesmo sistema de eixos para análise da variação dos dados, bem como o uso de outras informações sobre o conjunto de dados em análise.

O objetivo era construir um tutorial para professores, que favorecesse o uso do *software* e o desenvolvimento do letramento estatístico pelos alunos. Por meio de uma observação participante, os autores coletaram os dados, registrando os relatos

dos professores participantes da pesquisa em diários de bordo além de analisar o tutorial como produto final da proposta de pesquisa-ação do projeto.

Tendo como um dos fundamentos teóricos da pesquisa o nível de letramento estatístico, Coutinho, Almouloud e Silva (2012) destacam na análise dos relatos dos professores a importância da visualização de gráficos permitindo o aprofundamento da descrição da variação dos dados. A partir do seu uso, segundo os autores, os participantes passaram de uma leitura dos eixos, para uma leitura além dos dados. O avanço no nível de leitura dos gráficos foi favorecido por recursos oferecidos pelo *software*, tais como a construção de gráficos de barra e *box-plot* (gráfico de caixa) no mesmo sistema de eixo e a modificação da escala nos eixos.

Em pesquisa realizada por Estevam e Fürkötter (2010), os autores discutem as características e contribuições do *software SuperLogo 3.0* para a atribuição de sentido para representações de dados e para a compreensão dos conceitos matemáticos implícitos. Os autores realizaram uma investigação estatística com alunos de 14 a 15 anos, do 9º ano do Ensino Fundamental. Determinando inicialmente o tema da pesquisa, os alunos elaboraram questionários, coletaram os dados, os organizaram em tabelas, e construíram gráficos utilizando o *SuperLogo 3.0*.

Os resultados indicaram que a estrutura baseada na linguagem de programação do *software* favoreceu a (re)significação da construção de gráficos, bem como relações entre diferentes tipos de variáveis. O processo de construção dos gráficos contribuiu para avanços significativos na compreensão das relações entre elementos como barras, eixos e colunas, bem como nas comparações e identificação das relações proporcionais entre gráficos de setores. Assim, segundo os autores, a construção das representações por meio do *software* favoreceu o desenvolvimento de habilidades de leitura entre os dados, conforme descrito em Curcio (1987).

Outra possibilidade de uso de *software* para o trabalho com interpretação de dados, foi explorada por Lima e Magina (2007) em pesquisa sobre o uso do *Tabletop*. O *software* com finalidade educacional para a manipulação de dados apresenta cinco tipos de representações de dados disponíveis: tabelas, caixas de pontos, diagrama de Venn, gráfico de pontos e histograma. As autoras destacam a facilidade com que são criadas e recriadas as representações com o *software*, fato que conduz o aluno a buscar a melhor representação para as informações.

A partir de uma proposta metodológica de desenvolvimento e aplicação de uma intervenção de ensino, as autoras buscaram introduzir o conceito de média aritmética em um Grupo Experimental (GE) que realizava atividades de intervenção, tendo outro grupo de referência chamado Grupo Controle (GC), que não realizava as atividades. Os resultados apontam que o uso do *software Tabletop* favoreceu diversos aspectos da interpretação de gráficos pelos participantes, tais como: a localização do ponto máximo no gráfico, a compreensão do uso de escala para fazer a leitura dos dados representados no gráfico, a leitura de gráfico de barra com escala não unitária e dados que mostravam valores implícitos no eixo vertical, a compreensão de conhecimentos implícitos fundamentais à interpretação de gráficos, como a ideia de proporcionalidade. No entanto, o estabelecimento da relação entre o gráfico e a tabela foi mais difícil, quando a construção do gráfico era feita a partir de um banco de dados já estabelecido.

De forma geral, os recursos para a construção e reconstrução de gráficos oferecidos pelo *software Tabletop* favoreceram uma exploração desses aspectos de forma dinâmica e lúdica.

O uso de planilhas eletrônicas, também é um recurso disponível para o ensino de Estatística, favorecendo o trabalho com grandes conjuntos de dados e construção de diversas representações gráficas, mesmo não sendo um recurso desenvolvido com finalidades educativas.

Em uma investigação sobre a aprendizagem e o interesse de alunos do Ensino Médio de uma escola pública em relação à Estatística, Viali e Sebastiani (2010) utilizaram uma perspectiva metodológica relacionada a recursos tecnológicos. Assim, a planilha foi selecionada por possibilitar a organização, o resumo e a apresentação de conjuntos de dados através de recursos variados, além de favorecer a concentração dos alunos nos conceitos e não nos aspectos mecânicos.

Inicialmente foram aplicados questionários para identificar os conhecimentos sobre estatística dos alunos, seguidos por 22 aulas em sala e no Laboratório de Informática da escola. Por fim, foram realizadas avaliações e aplicados novos questionários sobre a aprendizagem e o desempenho dos alunos.

Os dados obtidos com os questionários indicaram avanços significativos na compreensão dos conceitos, nas aplicações estatísticas, na ampliação do uso da linguagem com termos técnicos, além de envolver a participação dos alunos a partir

da metodologia utilizada. O uso da planilha favoreceu os cálculos e a obtenção de resultados de forma rápida e prática. Assim Viali e Sebastiani (2010), concluem que o uso recursos como a planilha, muitas vezes já disponíveis nos laboratórios das escolas, podem favorecer a construção de conhecimentos matemáticos e estatísticos especificamente, o que requer por sua vez um preparo docente.

No estudo de Vieira (2008) a autora tem como objetivo analisar as interações entre alunos do 2º ano do ensino Médio com o *software Fathom*, através de uma sequência didática de atividades desenvolvidas para fim específico. O *Fathom* enquanto *software* dinâmico de estatística se constitui, segundo a autora, como uma ferramenta de mobilização de diferentes tipos de representações simultâneas para um conjunto de dados, como tabelas, gráficos e medidas-resumo. Assim, a escolha desse *software* esteve relacionada à possibilidade de acesso a diferentes tipos de representações e a um conjunto de dados com rapidez.

Inicialmente, foi realizado por Vieira (2008) um teste diagnóstico para identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre conceitos estatísticos a partir do qual identificou-se aqueles que conseguiam ler dados em gráficos e tabelas, porém apresentavam dificuldades em representá-los. Em seguida, foi realizada uma sequência didática de atividades desenvolvidas com o uso do *software* baseada nos pressupostos da Engenharia didática, iniciada com atividades de familiarização com o *software*, seguidas de atividades que incluíam desde a coleta de dados até sua representação e análise. A partir dessa sequência, a autora identificou que as interações entre o ambiente informatizado e os alunos foram favoráveis à compreensão dos conceitos de média aritmética e mediana, bem como na interpretação de gráficos de colunas e de pontos.

A partir dos resultados obtidos, verificou-se que os alunos avançaram na construção de gráficos em relação ao teste diagnóstico, bem como no cálculo da média aritmética ponderada e na obtenção da mediana fatores que, segundo a autora, estavam relacionados à interação com o *software* por possibilitar a visualização de diversos tipos de representações para um mesmo objeto, além de permitir a articulação dessas representações e possibilitar a sua visualização simultânea. Porém, os alunos não ampliaram o uso dessa multiplicidade de visualizações preferindo as tabelas para ler os dados ou buscar informações, e os gráficos para representar os dados.

Nesta pesquisa, o nosso foco de estudo é o *software TinkerPlots*. Assim, na próxima seção explanaremos de forma detalhada em que ele consiste e quais as ferramentas que disponibiliza para o trabalho com gráficos. Em seguida, apresentaremos e discutiremos estudos prévios internacionais e nacionais realizados com esse *software*.

3.3 Um olhar sobre o *software TinkerPlots*

3.3.1 O que é o *TinkerPlots*?

Dentre as possibilidades para o estudo da Estatística a partir do uso de *software*, temos o *TinkerPlots*, desenvolvido para ajudar jovens estudantes na investigação de dados e conceitos estatísticos. Garfield e Ben-Zvi (2008) apontam que, com o *TinkerPlots*, os estudantes iniciam o uso do *software* sem conhecimentos sobre gráficos convencionais ou tipos de gráficos e, sem pensar em termos de variáveis ou eixos. Ordenando, empilhando e separando os dados, os estudantes vão progressivamente organizando os dados para responder questões e assim de fato, criam seus próprios gráficos.

O *TinkerPlots* é um *software* para visualização e simulação de dados, desenvolvido por Konold e Miller (2005) na Universidade de Massachusetts. O programa requer licença para uso e exploração de todas as suas funcionalidades, dispondo de diversos tipos de licença de acordo com o usuário. Porém, é possível fazer o *download* da versão de avaliação gratuita, a qual permite a visualização do *software* para sessões de 20 minutos.

Este *software* com finalidade educativa foi desenvolvido para estudantes de faixa etária entre os 10 e 14 anos, e possui ferramentas que favorecem o desenvolvimento de diferentes estratégias para a criação e interpretação de gráficos, não possuindo assim, gráficos prontos. O *software* possibilita ainda que os alunos percorram e estabeleçam diversas relações entre os diferentes momentos do tratamento de dados tais como: a coleta, organização, formulação e teste de hipóteses sobre os dados.

Assim pode-se criar gráficos e tabelas a partir de bancos de dados disponibilizados no *software* ou inserir novos dados coletados, bem como produzir

relatórios com gráficos, textos e ilustrações sobre estes dados. Ao todo, há sete tipos de objetos que podem ser inseridos em um documento no *TinkerPlots*: cartões de dados, tabelas de caso, *plots*, *sliders*, *sampler*, texto e imagens (para uma demonstração detalhada do funcionamento do *TinkerPlots* consultar o Apêndice C).

Segundo Konold (2007), o *TinkerPlots* permite que estudantes organizem dados para ajudá-los a perceber padrões e tendências nos dados, muito mais no sentido de uma ferramenta de visualização. Mas também vislumbra o papel de professores e designers de currículo para ajudar os estudantes a construir uma compreensão conceitual sólida do que é a Estatística e de como podemos usá-la.

O autor aponta questões gerais que influenciaram suas decisões sobre a natureza básica do *TinkerPlots*, quais sejam:

1. O que a Estatística é e para onde a sua pode ser dirigida?
2. Como aproximar *design* e aprendizagem?

Ao abordar o crescimento do papel da Estatística, o autor lança ainda a questão de como podemos ensinar de forma que os estudantes a compreendam melhor. Esta foi a questão fundamental que há 25 anos motivou o autor e seus colegas a iniciar pesquisas sobre o raciocínio estatístico de estudantes universitários. Sua premissa inicial foi a de que, se entendemos melhor as crenças intuitivas dos estudantes, podemos planejar um ensino mais efetivo. Eles pesquisaram o raciocínio de estudantes considerando conceitos fundamentais para um curso introdutório, que incluíram o conceito de probabilidade, aleatoriedade, amostragem, dentre outros.

De acordo com o autor, os designers de *software* de Estatística para estudantes jovens têm seguido a abordagem *top-down*, desenvolvendo *software* que são fundamentalmente despojados de ferramentas profissionais. Tais programas oferecem um conjunto de tipos de gráficos convencionais e são mais simples que as ferramentas profissionais, apenas na medida em que eles têm opções mais básicas e em menor quantidade.

Foi com o intuito de ver estudantes desfrutando do uso da ferramenta e usando-a com objetivos, que os autores do programa conduziram muitas das decisões do *design* básico do *TinkerPlots*, tendo como resultado, uma ferramenta que se diferencia do *DataScope*, *software* desenvolvido 15 anos antes do *TinkerPlots*, no sentido de aumentar a complexidade deste último.

De acordo com o autor (KONOLD, 2007), de forma geral, os estudantes se mostram entusiasmados com o *TinkerPlots* e grande parte do seu atrativo tem a ver com a complexidade.

Dentre os novos recursos disponíveis na versão 2.0 do *TinkerPlots*, estão: o *sampler engine* que permite projetar e executar simulações de probabilidade; a possibilidade de colar imagens como plano de fundo, permitindo a visualização de locais em um mapa; as datas agora são reconhecidas como números e podem ser *Plotadas* em um eixo; o novo ícone *value circle* que permite que o tamanho dos ícones de caso sejam apresentados proporcionalmente a seus valores; a ferramenta Régua para medir distâncias entre dois valores, inclusive das medidas de centro; *auto-tile layout* que faz com que todos os objetos sejam visíveis em uma única janela, não sobrepondo diferentes janelas; Dezesesseis novas atividades e a atualização de outras sete para melhorar o estudo da probabilidade, dados e Estatística; Quatro novos tutoriais, dois focados em dados e estatísticas e dois outros focados em probabilidade para ajudar na aprendizagem de como usar os recursos do *TinkerPlots*; dez filmes novos ou atualizados para compreensão da funcionalidade do *software* do nível básico ao avançado; dezesseis novos conjuntos de dados, além dos quarenta já existentes.

Em suas primeiras introduções ao *TinkerPlots*, Konold (2007) usa o banco de dados sobre peso das mochilas, questionando inicialmente se os estudantes acham que crianças de graus mais elevados carregam mochilas mais pesadas. Assim, os estudantes exploram os dados para ver se suas estimativas podem ser sustentadas.

De acordo com o autor, expor estas características pode ser considerado mais complexo do que seria em outros *software* como o *DataScope*, *Tabletop*, *Fathom* dentre outras ferramentas profissionais ou educativas. Em quase todas elas se faria simplesmente a especificação de dois atributos e do tipo apropriado de gráfico. No caso do *TinkerPlots*, fazer um gráfico de pontos, por exemplo, requereria o uso de, aproximadamente, dez etapas distintas.

Uma das principais características do *TinkerPlots* é que ao aprenderem a utilizá-lo, os estudantes não sabem inicialmente qual o tipo de gráfico que pretendem construir, mas vão seguindo pequenas etapas no *TinkerPlots* que são motivados pelo objetivo de modificar a tela visualizada no momento, em função desse objetivo, que no caso do exemplo do banco de dados Peso das mochilas,

tratado anteriormente, seria comparar o peso das mochilas de estudantes de vários graus de ensino.

Além do espaço para criação, o *software* dispõe de arquivos com mais de 60 opções de bancos de dados com informações sobre áreas como Matemática, Ciências, História, Geografia, saúde, esportes e etc., acompanhados de situações-problema prontas para serem utilizadas, além de guias com resposta a questões específicas de uso do *software*, sugestões de uso para educadores e cursos *on-line*.

Os exemplos de atividades contidos no *software*, em geral, trazem questões para que os estudantes produzam gráficos a partir de contextos específicos e voltados à interpretação de problemas. Sendo o objetivo responder questões particulares sobre os dados, o desafio enfrentado pelos estudantes será o de como organizar adequadamente os ícones no sentido de interpretar os dados. Em especial por que os dados são apresentados para os estudantes como ícones circulares misturados, o processo de organização é fundamental para uma compreensão adequada.

De acordo com Konold (2007), ter uma questão específica a ser respondida com o uso do *software* é fundamental, pois sem um objetivo claro os estudantes podem movimentar sem fim os ícones e não ter fundamentos para avaliar suas ações.

Assim, segundo o autor, após 30 minutos, muitos dos estudantes conseguem resolver as questões e percorrem as telas dos colegas vendo a variedade de formas de resolução para o problema e percebendo que diante de diferentes gráficos, não é o *TinkerPlots* que trabalha para os estudantes, mas que são eles que o utilizam para demonstrar suas próprias construções. Essa experiência, no entanto, não descarta a possibilidade de utilizar as ferramentas de forma insensata e obter poucos resultados significativos, pois segundo o autor, também é fácil gerar exibições desordenadas e inúteis.

O autor relata o acompanhamento de alunos em escolas tendo sucesso na aprendizagem de um pequeno conjunto de determinados conhecimentos, passando meses para aprender um simples gráfico de atributos únicos. De fato, esta realidade não pode ser modificada pelo *software*, pois muito depende de como professores colocam o *TinkerPlots* em uso.

A proposta dos autores é auxiliar os alunos a aprender um domínio complexo como a análise de dados, pois “a arte está em encontrar formas de fazer isso,

preservando a essência e o objetivo da busca” (KONOLD, 2007, p. 27. Tradução nossa).

3.3.2 Pesquisas prévias com o *TinkerPlots*

Partindo da ideia de que as tecnologias têm o potencial de favorecer novas formas de aprender Matemática, Watson e Donne (2009) afirmam que o *TinkerPlots* é um exemplo desse uso da tecnologia, e que as pesquisas em sala de aula sobre esse *software* têm ilustrado as novas possibilidades para a aprendizagem da Estatística.

Em estudo realizado pelas autoras, elas abordam a tecnologia como uma ferramenta de pesquisa, explorando o *software TinkerPlots* em entrevistas com estudantes para avaliar, de forma geral, a compreensão sobre conceitos estatísticos. Assim, as autoras trazem questões como: de que forma o *software* auxilia os estudantes a demonstrar a sua compreensão e a explorar novos desafios? Aprende-se mais sobre a compreensão conceitual dos estudantes com ou sem o *software*? Qual a capacidade do *software* de facilitar a exploração de tarefas pelos alunos?

No estudo foram comparadas versões de cartões de dados em papel e no *software*, buscando investigar a relação entre o formato de apresentação e as respostas dadas por estudantes de escolas australianas. Assim o estudo abrange três amostras: Amostra A com estudantes do 3º, 5º, 6º, 7º e 9º graus utilizando dados em papel, sem intervenções; Amostra B com estudantes do 5º e 6º graus trabalhando em grupos de 3 estudantes e utilizando também papel, e Amostra C com alunos do 5º, 6º e 7º graus utilizando o *TinkerPlots*.

Especificamente com relação à amostra que utilizou o *TinkerPlots*, os vídeos e transcrições foram resumidos para cada estudante e categorizados por temas identificados pelos autores. Nessa análise, o foco se deu tanto no nível cognitivo das respostas, como na interação com o objeto didático. As autoras analisaram vários aspectos referentes ao uso do *TinkerPlots* pelos participantes como a flexibilidade na construção das representações, a velocidade de análise dos dados e a exposição do nível de compreensão dos estudantes.

Analisando a construção de representações, as autoras apontam para a flexibilidade possibilitada pelo *TinkerPlots* em produzir representações sobre um

conjunto de dados. Além disso, apresentando diferentes formatos para os dados, os estudantes tinham disponíveis diferentes maneiras de expressar a sua compreensão. Dentre as estratégias dos alunos que trabalharam com o *TinkerPlots*, as autoras identificaram a criação de caixas de valores individuais, o uso do *hat*, ou a organização dos dados separados ao longo do eixo. Para alguns alunos, observar os agrupamentos na escala foi suficiente, não sendo necessário saber os valores exatos.

Dentre os resultados obtidos por Watson e Donne (2007), o tempo que os estudantes precisavam para criar suas próprias representações ou para analisar os dados usando o *TinkerPlots*, era maior que usando o papel. Por outro lado, o formato com o *TinkerPlots* foi mais eficiente para explorar a compreensão dos alunos sobre a associação entre variáveis. Usando papel, o tempo maior gasto pelos estudantes estava concentrado nos erros cometidos na criação dos gráficos, que precisavam ser construídos novamente ou passavam por uma fase de rascunho até exibirem a versão final. Diferentemente do tempo gasto pelos alunos usando papel, no *TinkerPlots* uma decisão pode ser tomada rapidamente para excluir um *Plot* ou substituí-lo por outro mais adequado.

Ben-Zvi (2008) discute uma abordagem experimental e um plano de ação para ajudar professores a integrar tecnologias ao ensino de Estatística na escola primária. A característica central da aprendizagem está no uso do *TinkerPlots* para ajudar estudantes a desenvolver o raciocínio estatístico e aprender novas formas para representar dados e construir significados sobre eles. O *TinkerPlots* foi selecionado para o Projeto *Connections* não apenas porque possibilita que os estudantes iniciem o uso de gráficos convencionais sem ter conhecimentos prévios sobre isso, mas também por causa da adaptabilidade dos professores à ferramenta. Os professores receberam uma cópia do programa para instalar em casa e se apropriar das suas ferramentas, e foram tranquilizados ao observar como seus alunos se envolveram com autonomia, criatividade e habilidade para usar o *TinkerPlots*. Aos poucos eles também se tornaram tecnologicamente fluentes.

Assim, a natureza aberta do ambiente de aprendizagem no *TinkerPlots* ofereceu muitas oportunidades para professores e estudantes experimentarem inovações, surpresas e incertezas. O uso de uma tecnologia intuitiva diminuiu as barreiras entre o que os estudantes, professores e especialistas fazem, bem como o senso de parceria e o suporte oferecido aos professores.

Em outro trabalho (BEN-ZVI, 2006) sobre o uso de um ambiente de aprendizagem interdisciplinar e exploratório que utiliza o *software TinkerPlots*, o autor foca sua investigação no desenvolvimento das ideias iniciais dos alunos sobre inferência. Além disso, é ressaltada a atividade argumentativa, considerada fundamental para a construção do conhecimento e para a avaliação das informações.

O autor destaca o *TinkerPlots* como uma ferramenta que ajuda estudantes a desenvolver o raciocínio estatístico e a aprender novas formas de representar dados. Assim, os estudantes podem usar o *TinkerPlots* inicialmente sem conhecer elementos como eixos e variáveis. Organizando os dados, os alunos gradualmente respondem às suas questões e projetam seus próprios gráficos.

No Brasil, algumas pesquisas¹ investigaram o uso do *TinkerPlots* em contextos diversos relacionados à interpretação de gráficos por estudantes de diferentes faixas etárias oriundas de escolas urbanas (LIRA, 2010); de escolas rurais (ALVES, 2011); por professores de escolas rurais (ASSEKER, 2011). Têm-se também, estudos que exploraram o *TinkerPlots* na compreensão de conceitos específicos (EUGÊNIO, 2013).

Lira (2010) empreendeu uma investigação com a finalidade de investigar se o uso do *software TinkerPlots* contribuiu para o processo de interpretação de dados com o uso especificamente das ferramentas *cards*, *table* e *plot*, por 12 alunos do 7º ano do Ensino Fundamental de um escola da rede privada de ensino do Recife. Todos os alunos já tinham experiência com o uso do computador. A autora realizou quatro sessões com os estudantes: familiarização com o *software*; uso das ferramentas para organizar e interpretar dados fictícios em duplas; e nas demais sessões desenvolveu uma pesquisa com os estudantes que abrangia desde a seleção do tema, à coleta e interpretação dos dados.

A partir da análise dos resultados de sua investigação Lira (2010) aponta que o processo de organização e interpretação de dados mediados pelas ferramentas do *TinkerPlots* apresentaram resultados favoráveis sendo, portanto, um recurso facilitador no processo de interpretação de dados para esses estudantes. Os resultados indicam o papel ativo dos estudantes na criação de diferentes

¹ Essas pesquisas vêm sendo desenvolvidas no âmbito dos Grupos de pesquisa em Educação Matemática e Estatística (GPEME) do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica do Centro de Educação da Universidade Federal de Pernambuco.

representações que possibilitaram a interpretação dos dados, favorecidas pelo uso das ferramentas *cards*, *table* e *plot* apresentadas pela autora.

Em estudo que buscou investigar o uso do *TinkerPlots* para exploração de dados por 12 professores de escolas rurais, Asseker (2011) buscou identificar as representações construídas pelos docentes através da manipulação do *software*, bem como analisar a influência de ferramentas apresentadas (separar, empilhar, ordenar e gradiente) na interpretação de dados. Os professores vivenciaram um momento de familiarização com o *TinkerPlots*, e posteriormente resolveram questões de dois bancos de dados relacionadas ao contexto bivariado (cruzamento de duas variáveis). As questões baseadas no contexto bivariado envolviam variáveis qualitativas, variáveis quantitativas e a relação entre uma variável quantitativa e outra qualitativa.

Dentre os resultados obtidos, Asseker (2011) aponta que a manipulação do *software* possibilitou a construção de diferentes representações diante da exploração dos dados, facilitando a interpretação e reflexão sobre as questões propostas pela pesquisadora. Além disso, as ferramentas usadas favoreceram a manipulação de dados a partir da movimentação dos ícones de caso no *plot*, da inserção de escalas, da ordenação e empilhamento, da definição de categorias nos eixos horizontal e vertical, dentre outras ações. A autora constata que essas diferentes representações construídas por meio das ferramentas do *TinkerPlots* promoveram uma maior interação dos professores com os dados e a produção das respostas aos desafios propostos.

Alves (2011) investigou o uso do *TinkerPlots* no processo de interpretação de gráficos por 10 alunos do 5º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública rural, e que nunca tiveram contato com computadores. O objetivo principal desta pesquisa foi analisar como estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental de áreas rurais interpretam gráficos através do *software TinkerPlots*. Os procedimentos metodológicos dessa pesquisa envolviam quatro etapas: atividade coletiva para coleta de dados com todos os estudantes; entrevistas com os participantes; familiarização com o computador e com o *TinkerPlots*; e sessão de interpretação de gráficos pelos estudantes utilizando o *TinkerPlots*.

Nos resultados da pesquisa verificou-se que os participantes manipularam o *TinkerPlots* expressando compreensão dos recursos do *software*. A principal dificuldade dos alunos referiu-se inicialmente, à manipulação do mouse e não às

ferramentas ou funcionalidades do *software*. Alves (2011) concluiu que os estudantes de áreas rurais são capazes de interpretar gráficos num ambiente computacional de análises de dados com relativa facilidade, verificando-se um maior índice de acertos nas respostas relacionadas às questões de estrutura univariada. Além de compreenderem sem grandes dificuldades os recursos do *software*, a pesquisa mostrou que o ambiente computacional utilizado favoreceu o uso de diversas estratégias e muitas representações sobre o mesmo conjunto de dados pelos estudantes.

Eugênio (2013) analisou as explorações sobre média realizadas por estudantes do 5º e do 9º ano, no *software TinkerPlots*. Os estudantes participaram de um teste diagnóstico, uma entrevista, familiarização com o *software* e em seguida interpretaram situações envolvendo relações entre duas variáveis. Os resultados das explorações sobre média no *TinkerPlots* apontaram um avanço nas respostas de estudantes evoluindo para níveis uniestruturais e multiestruturais. O autor concluiu que o uso do *TinkerPlots* contribuiu para que os estudantes apresentassem respostas sobre média com níveis mais elaborados, e que explorações sobre esse assunto associadas à gráficos podem ser inseridas no ensino a partir do 5º ano.

Os estudos já realizados indicam a importância do *TinkerPlots* para possibilitar diferentes maneiras de representação de dados, bem como a promoção do enriquecimento de estratégias de resolução de problemas envolvendo a interpretação de gráficos. Embora os estudos citados tenham contribuído para ampliar a compreensão da importância desse *software* para o trabalho com gráficos, não se encontrou estudos que tratassem da avaliação sistemática dos aspectos pedagógicos desse *software*.

Consideramos, portanto, a necessidade de aprofundar o estudo sobre as possibilidades de uso de tecnologias no trabalho com Estatística, em particular, sobre a análise da adequação do *software TinkerPlots* para a interpretação de gráficos como ferramenta para a ampliação das experiências com o saber matemático e estatístico.

CAPÍTULO IV - MÉTODO

Como meio de atingir os objetivos propostos nesta pesquisa, partimos de uma abordagem qualitativa, por sua diversidade e flexibilidade em que a investigação surge como meio de compreender comportamentos partindo da perspectiva do próprio sujeito em seu contexto natural. A investigação qualitativa é caracterizada de acordo com Minayo, Gomes e Deslandes (2007), por trabalhar com o universo dos significados, dos motivos, das crenças, das aspirações, valores e atitudes, possibilitando ao pesquisador se aprofundar, portanto, no mundo dos significados dos sujeitos participantes da pesquisa.

4.1 Percurso metodológico

Em uma primeira etapa do estudo, foi realizada a elaboração de critérios para análise do *software TinkerPlots* a partir de modelos de avaliação já existentes e das especificidades do programa. Assim, foram considerados aspectos relativos ao processo de ensino e de aprendizagem baseados em metodologias que ultrapassam a análise restrita a elementos como usabilidade ou meramente técnicos.

Também foram levadas em consideração, noções conceituais que podem ser abordadas no *software*, particularmente aquelas relacionadas ao trabalho com gráficos, aspectos relativos à aprendizagem que emergem no uso das diferentes ferramentas disponibilizadas no *software* e possíveis estratégias utilizadas pelos alunos.

Na segunda etapa do estudo, prosseguimos com a análise do *TinkerPlots*. Nessa etapa, analisamos o seu uso pelos alunos ao trabalharem com problemas envolvendo a interpretação de gráficos. Para tanto, utilizamos entrevista inicial semi-estruturada, familiarização com o *software*, interpretação de problemas elaborados no ambiente do *TinkerPlots* e entrevista final semi-estruturada.

Por fim, na terceira etapa, retomamos a análise da adequação do *software TinkerPlots* considerando os critérios advindos da literatura e as sessões de interpretação de gráficos pelos alunos.

O Quadro 1 resume o percurso metodológico desenvolvido na pesquisa:

Quadro 1: Resumo do percurso metodológico da pesquisa.

ETAPAS	DESCRIÇÃO (Como vai fazer isso?)		RESULTADO (Qual será o produto final?)
1ª - Elaboração de critérios pedagógicos	Revisão da literatura sobre avaliação de <i>software</i> educativos.		Destaque dos critérios já utilizados para a avaliação de <i>software</i> educativos, e elaboração de critérios a partir dos modelos existentes e das especificidades do <i>TinkerPlots</i> .
2ª - Resolução de problemas com os participantes	Familiarização com o <i>TinkerPlots</i>	Entrevista semi- estruturada inicial	Levantamento do perfil dos estudantes; seus usos do computador e conhecimentos prévios sobre gráficos. Realizada em dupla.
		Explorações com o <i>TinkerPlots</i>	Apresentação do <i>software</i> aos estudantes, buscando iniciá-los no uso das ferramentas disponibilizadas para o trabalho com análise de dados, construção e interpretação de gráficos. Realizada em duplas.
	Interpretação de gráficos	Resolução de problemas com o <i>TinkerPlots</i>	Identificação das ferramentas e estratégias dos estudantes para resolver os diferentes tipos de problemas usando o <i>TinkerPlots</i> . Realizada em duplas.
		Entrevista semi- estruturada final	Avaliação dos estudantes sobre o <i>TinkerPlots</i> , levantando seus pontos de vistas sobre o trabalho com o <i>software</i> (dificuldades encontradas, estratégias utilizadas, elementos facilitadores). Realizada em duplas.
3ª- Análise da adequação do <i>software</i>	Análise do <i>software</i> a partir dos critérios construídos e das sessões de uso pelos alunos		Análise do <i>software</i> destacando, dentre outros, os aspectos que ajudam ou dificultam os alunos na interpretação de dados, os conteúdos para os quais o <i>software</i> pode se tornar um bom recurso de ensino e as suas contribuições para a prática docente.

Fonte: Elaborado pela autora.

Para a organização da segunda etapa do estudo, realizamos um mapeamento dos bancos de dados disponíveis como modelos no próprio programa. Essa ação favoreceu uma visão geral de todos os modelos de atividades incluídos no *software* e contribuiu para posteriormente definirmos quais as propostas de atividade que melhor se adequariam ao contexto da nossa pesquisa.

São aproximadamente 60 bancos de dados disponíveis no *TinkerPlots* com temáticas diversificadas (Quadro 2).

Quadro 2: Bancos de dados disponíveis no *TinkerPlots*.

Demonstrações	Saúde	Ciência e Natureza	Estudos Sociais	Esportes e entretenimento
<ul style="list-style-type: none">  Add Integer Demo  Backpack Report  Data Factory Demo  Fish Experiment Demo  Medical Test Demo  Ozone Level Demo  Power Functions Demo  Pumpkin Farmer Demo  Random Samples Demo  Sample Means Demo  Sample Space Demo  Using the Counter Demo  Yo-Yo Master 	<ul style="list-style-type: none">  Baby Boom  Backpacks  Body Measurements  Body Temperature  Cereals  Child Development  Exercise Effects  Grip Strength  Hand Measurements  Male Measurements  Reaction Times  Running Times 	<ul style="list-style-type: none">  100 Cats  Cats  Cicadas  Dinosaurs  Eagle Migration  Earthquakes  Elements  Firewood  Fish  January Temps  Judging Weight  M&Ms  Mammals  Nenana Ice Classic  Numbers  Old Faithful  Ozone Levels  Planets  Roller Coasters  South Pole  Space Station  Vegetables 	<ul style="list-style-type: none">  Australian Students  Car Speed  Chinese Provinces  Declaration of Independence  Gender Preferences  New Zealand Students  Tall Buildings  Titanic  US Cities  US Presidents  US States  US Students  Wages 	<ul style="list-style-type: none">  Basketball  NY Marathon  Olympics W vs M  Olympics  Oscars

Fonte: *TinkerPlots* 2.0 (2013)

Conforme o Quadro 2, os bancos de dados disponíveis no *TinkerPlots* contêm vários conjuntos de dados e demonstrações de como desenvolver as atividades ou como manipular determinadas ferramentas. Eles apresentam conteúdos variados, incluindo temáticas relacionadas à saúde, ciências e natureza, estudos sociais, esportes e entretenimento.

De um modo geral, ao abrirmos os bancos de dados no *TinkerPlots* encontramos na sua apresentação: uma representação gráfica inicial, uma tabela com atributos (variáveis) e perguntas ou atividades a serem realizadas. Após uma visão geral dos bancos de dados disponíveis no *software*, selecionamos alguns para uma análise mais aprofundada considerando os temas abordados e os tipos de questões propostas. Vimos que as perguntas são de naturezas diversas, sendo algumas de maior complexidade por exigirem que o usuário estabelecesse relações entre diferentes variáveis a fim de resolver as questões.

Assim, diante da quantidade e diversidade de propostas, para definirmos os bancos de dados do estudo principal, selecionamos alguns deles e realizamos um estudo piloto com o objetivo de definir aqueles que melhor se adequariam à pesquisa. Os bancos de dados foram traduzidos para o português, e diante das possibilidades oferecidas pelo *software*, tiveram algumas questões e dados adaptados.

4.2 Estudo piloto

O estudo piloto foi realizado com o intuito de verificar a adequação das situações propostas e testar os instrumentos de coleta de dados para o estudo principal. Nesse sentido, os seus resultados embasaram o *design* do estudo principal. Apresentamos em seguida, a estrutura do estudo piloto e alguns dos resultados obtidos.

O estudo piloto foi realizado com três estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental de uma escola da rede particular de ensino da cidade do Recife. Nesse momento da pesquisa, um dos estudantes trabalhou individualmente e os demais em dupla compartilhando um único computador. Isso ajudou na definição da organização dos participantes para a coleta de dados do estudo principal. Ao longo dos relatos das análises dos dados, essas crianças serão referidas como **G**, **M** e **I**. As falas do pesquisador serão codificadas como **P** e apresentadas em negrito para facilitar as análises sobre suas intervenções. Parênteses serão utilizados para explicitar alguma ação dos estudantes e em algumas situações elas serão também apresentadas em negrito.

O estudo foi realizado em duas etapas e em dias consecutivos. No primeiro dia foi realizada inicialmente uma entrevista sobre o perfil dos alunos, contendo questões sobre idade, experiências com o uso do computador em casa e na escola e os tipos de gráficos que conheciam.

Ainda no primeiro dia, foi realizada uma familiarização com o objetivo de exploração do *TinkerPlots* pelos alunos. O *software* foi inicialmente apresentado aos alunos, a partir da exploração do banco de dados Gatos. Foram incluídas neste momento, situações dirigidas pelo pesquisador de forma a contribuir para que os estudantes conhecessem as principais funções do *TinkerPlots*, e ícones de ferramentas importantes como: *cards*, *table*, *plot*, *text*, *stack*, *count*, *label* e *key*.

No dia seguinte, foi realizada a interpretação de problemas pelos alunos, baseadas em três bancos de dados disponibilizados pelo *software* – Dinossauros, Peso das mochilas e Peixes – sendo que cada banco de dados apresentado, continha questões de diferentes tipos e com níveis de dificuldade variados.

A Figura 1 apresenta a tela inicial dos quatro bancos de dados utilizados no estudo piloto e seus respectivos problemas a serem resolvidos pelos estudantes.

Figura 1: Tela inicial dos bancos de dados Gatos, Dinossauros, Peso das mochilas e Peixes usados no estudo piloto.

The figure displays four screenshots of software interfaces for data analysis, arranged in a 2x2 grid. Each interface includes a table of attributes, a scatter plot, and a list of questions with input boxes for answers.

- Top-left (Gatos):** Attributes include Nome (Tomodachi Ato), Sexo (macho), Peso (3 kg), Comprimento do corpo (35 cm), Comprimento da cauda (2 cm), and Cor do olhos (amarelo). Questions: 1. Tem mais machos ou fêmeas? 2. O comprimento do corpo dos machos é maior do que o das fêmeas?
- Top-right (Dinossauros):** Attributes include Nome (Albertosaurus), Dieta (Carnívoro), Comprimento (9 metros), Altura (3,5 metros), Peso (1500 quilogramas), Membros para andar (2), Continente (América do Norte), and Anos Antes (75 milhões). Questions: 1. Ao longo dos anos, os dinossauros ficaram maiores, menores ou do mesmo tamanho? 2. Os dinossauros carnívoros são maiores do que os dinossauros herbívoros? 3. Em que continente viveram mais espécies de dinossauros?
- Bottom-left (Peso das Mochilas):** Attributes include Nome (Ange), Sexo (F), Série (1), and Peso das mochilas (2 kg). Questions: 1. Os alunos nas séries mais altas tendem a carregar mochilas mais pesadas? 2. Imagine que uma criança faltou a aula no dia em que a pesquisa foi realizada e depois ela quis participar. Agora, precisamos colocar suas informações nos cartões. Vá para o último caso (caso 80) e preencha-o com os dados dessa criança. Para isso, analise os dados das outras crianças.
- Bottom-right (Experiência com Peixes):** Attributes include Número de peixe (25), Comprimento (28 cm), and Tipo (normal). Questions: 1. Um fazendeiro obteve um lago com um novo tipo de peixe geneticamente modificada. A empresa que forneceu-lhe afirmou que estes peixes vão crescer mais do que os peixes que o fazendeiro usava antes. O fazendeiro decidiu fazer um teste. Colocou no lago 625 peixes, alguns normais e alguns geneticamente modificados. Depois que eles cresceram totalmente, o agricultor pegou os peixes do lago e os mediu. - Na sua opinião, os peixes modificados realmente cresceram mais e o fazendeiro fez um bom negócio? - Como você chegou a essa conclusão?

Fonte: Dados da pesquisa (2013)

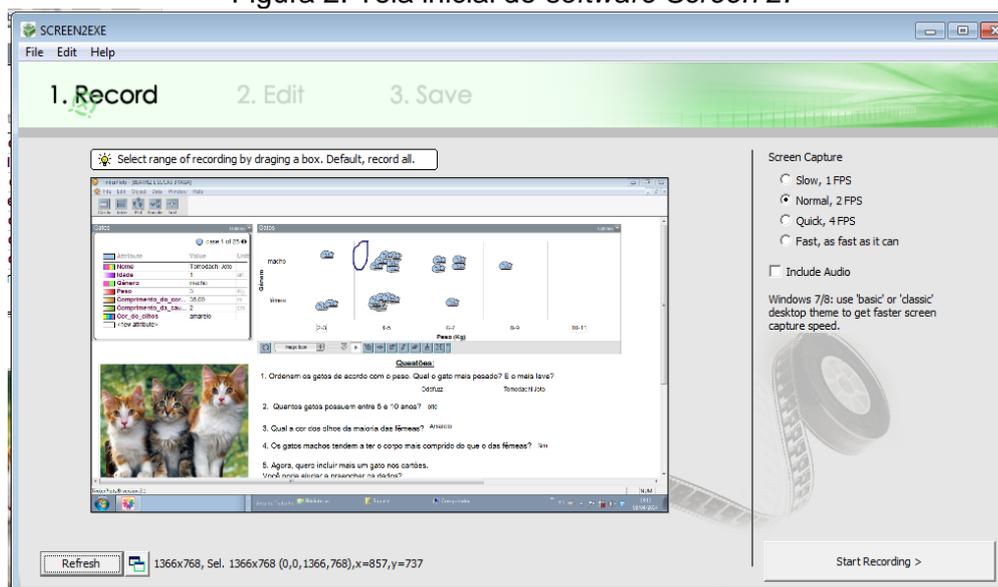
Em todos os bancos de dados, foi realizada uma apresentação oral pelo pesquisador, no sentido de contextualizar os dados, e também introduzir as questões que também estavam disponibilizadas em forma de texto escrito no ambiente do *software* (Ver Figura 1). Assim, os participantes podiam ler as questões no momento e da forma que desejavam. Ao concluírem suas respostas eram solicitados a digitá-las em caixas de texto inseridas ao lado das questões.

Em nosso planejamento inicial, foi previsto o uso do *software Camtasia 8.3*. No entanto, no momento das seções o *software* travou, dificultando a gravação da tela e o trabalho com os participantes. Além disso, o *software* não é gratuito.

Diante dessa situação, optamos pela utilização de um *software* com o mesmo objetivo, que apesar de oferecer menos opções de edição dos vídeos das gravações da tela, é gratuito e de fácil instalação e utilização: o Screen 2.

A realização das sessões com o *TinkerPlots*, portanto, foi registrada através do *software Screen 2* (Versão 3.3), que possibilitou a captura das ações visualizadas na tela do computador, bem como de áudios, por meio do qual foram registradas as falas dos participantes. A Figura 2, mostra a tela inicial do *Screen 2*.

Figura 2: Tela inicial do *software Screen 2*.



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

Todas as videografias foram transcritas e complementadas com imagens das ações realizadas pelos participantes no *software* para a elaboração de protocolos, os quais continham as falas dos participantes, bem como suas ações e estratégias.

4.2.1 Análise do estudo piloto

Na sessão de familiarização os participantes tiveram o primeiro contato com o *software* e com as ferramentas apresentadas pelo pesquisador a partir do banco de dados Gatos. Em dupla ou individualmente, os estudantes não tiveram dificuldade em resolver as situações propostas. Eles se interessaram rapidamente pelos ícones do *plot* questionando sua função e se surpreendendo com as diferentes representações que podiam ser criadas a partir dessa janela.

Além disso, mostraram-se bastante mobilizados diante dos desafios propostos. A esse respeito, por exemplo, ressalta-se que logo após terminar a

exposição pela pesquisadora das ferramentas do *software*, as crianças rapidamente liam os problemas e buscavam com autonomia uma forma de resolvê-los. Assim, ao mesmo tempo em que o pesquisador contextualizava os dados, elas manipulavam as variáveis, modificando os intervalos numéricos dos eixos e as representações gráficas.

Na questão “O comprimento do corpo dos machos é maior do que o das fêmeas?” do banco de dados Gatos, **G** descobre que pode trabalhar com duas variáveis e se surpreende com as representações feitas. Ela arrasta a variável gênero para o eixo vertical e comprimento do corpo para o eixo horizontal do *plot*.

Na última questão desse banco de dados, na qual é necessário criar um novo caso, **G** se depara com uma dúvida em relação ao valor que deve inserir, demonstrando a preocupação em não atribuir um valor aleatório, conforme extrato de fala:

Sujeito: G

Problema: Criação de um novo caso no Banco de dados Gatos

G: A idade do gato...Eu não sei a idade do gato.

P: Olha a idade dos outros gatos. Qual a idade mais ou menos dos outros? Veja até onde vai as idades.

G: É. Vai tipo...até os dezoito. Vou botar sete. Sete anos.

No momento de atribuir um valor ao novo caso, a intervenção da pesquisadora foi fundamental e serviu para que **G** observasse os demais casos e identificasse a variabilidade dos dados, escolhendo um valor próximo à metade. Assim, rever todos os casos anteriores foi um aspecto importante porque deu subsídios para criar novos casos ou analisar as questões.

A participante **G** não apresentou dificuldades nas questões propostas na etapa da familiarização. Um aspecto interessante na sua participação nessa etapa inicial refere-se ao seu comentário sobre o fato de que a língua inglesa utilizada no *software* não dificultou a sua utilização, pois segundo ela, na sua idade as crianças já têm vivências com o inglês, principalmente em jogos.

Esse aspecto da língua do *software* não se constitui em obstáculo no uso das ferramentas para a resolução dos problemas. Estudos prévios com crianças do 5º ano de escolarização oriundas de escolas públicas situadas em centros urbanos

(EUGÊNIO, 2013) ou rurais (ALVES, 2011) têm mostrado que esse aspecto não tem se constituído em um empecilho para a manipulação de dados e resolução de problemas com o *TinkerPlots*.

Durante a familiarização, **M** e **J** se mostraram muito curiosos e apresentaram diversas estratégias para resolver os problemas. A cor dos ícones rapidamente chamou a atenção da dupla e eles demonstraram rápida compreensão sobre a função do gradiente nos ícones. Assim, a dupla lia os problemas e rapidamente apontava a estratégia que poderia ser usada para responder.

Na criação de um novo caso, a dupla demonstrou bastante interesse e o trabalho nessa questão se configurou como um momento crucial para além do conhecimento das ferramentas do *software* e de suas funções, pois eles puderam trocar ideias, negociar opiniões e chegar a consensos e conclusões. Esse problema, portanto, foi desafiador e motivador, favorecendo ainda a interação entre a dupla.

Essa dupla respondeu aos problemas propostos na familiarização explorando mais as alterações na escala e também construindo representações diferentes (como o gráfico de barras, por exemplo) daquelas com ícones circulares para checarem as informações.

Assim nessa etapa de familiarização, os alunos exploraram o *software* com entusiasmo e curiosidade, e além dos aspectos já citados anteriormente, outros ainda se mostraram importantes, como a possibilidade de criação de diferentes tipos de gráficos e de inserção de imagens. Além disso, é válido ressaltar outros conhecimentos matemáticos que emergiram nas atividades de construção e interpretação de gráficos com o *TinkerPlots*, como é o caso do uso de diferentes unidades de medida de tempo, números decimais e porcentagem.

Na etapa de interpretação, percebemos que os alunos já apresentavam vivências anteriores com alguns dos temas dos bancos de dados e puderam, a partir dos problemas apresentados, identificar-se com os assuntos e descobrir novas informações, como no caso do banco de dados Dinossauros que já havia sido objeto de estudo dos participantes na escola. Assim, os temas dos bancos de dados eram familiares aos estudantes da pesquisa sendo parte, de forma direta ou indireta de suas vivências anteriores, mas também se constituíram como fonte de novas informações e experiências.

No trabalho da dupla com o banco de dados Dinossauros, percebemos a importância da interação entre os participantes no sentido de esclarecer dúvidas e

chegar à conclusão para o problema. Tanto na primeira questão (Em que continente viveram mais espécies de dinossauros?), como na segunda (Os dinossauros carnívoros têm o comprimento do corpo maior do que os dinossauros herbívoros?), **J** baseia-se em estratégias visuais ou inferências para responder. **M** por sua vez, em ambas as questões, retoma a pergunta e utiliza as ferramentas do *software* para responder ou confirmar a hipótese inicial de **J**. Porém, a dupla não entrou em um consenso sobre a resposta.

Um aspecto importante nesse problema consistiu na posição (horizontal ou vertical) de inserção das variáveis tempo e altura no *plot*. A intervenção da pesquisadora se deu no sentido de sugerir a inversão da colocação das variáveis nos eixos do gráfico, favorecendo um novo olhar da dupla sobre o problema e a consequente resolução da questão. Assim, a intervenção possibilitou a visualização da variação do tempo com mais clareza a partir de outra perspectiva.

No segundo banco de dados Peso das mochilas, **G** arrasta as variáveis para o *plot* e responde rapidamente à primeira questão (“Os alunos das séries mais altas tendem a carregar mochilas mais pesadas?”). Este problema envolve a análise de tendência, possuindo um nível de complexidade maior em relação às outras perguntas. **G** faz uma análise que inclui o uso da ferramenta Case Count (ver extrato de fala e figura 3).

Sujeito: G

Problema: Os alunos das séries mais altas tendem a carregar mochilas mais pesadas? (Banco de dados Peso das mochilas)

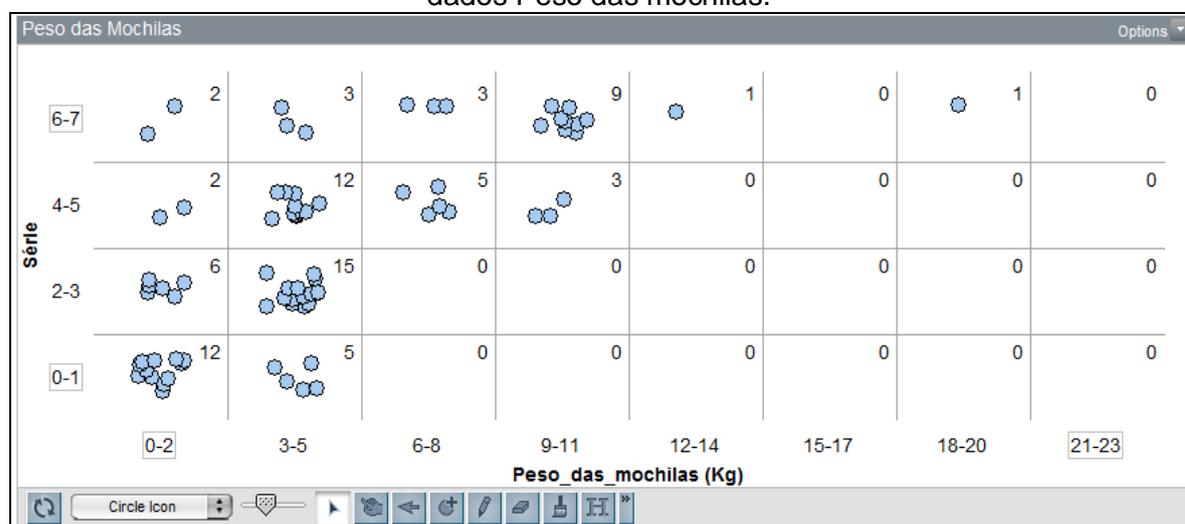
G: É porque aqui 2...(quilos), aí vai, vai, vai... oh, vê, começa aqui e continua por aqui mas...provavelmente um pouquinho mais, tipo aqui deve ter uns 3-4 e aqui deve ter uns 5. Ai aqui já começa a crescer e aqui cresce mais.

Por aqui você vê que aqui o número é maior que aqui né.

Porque vê, vamos ver aqui...número **(clica em case count)**.

Aqui tem 15, aqui tem 5, aqui tem 6, aqui tem 12. É metade.

Figura 3: Representação criada por **G** na primeira questão do banco de dados Peso das mochilas.



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

Ao se deparar diante do segundo desafio de criar um novo caso, **G** busca com autonomia relacionar as informações do novo caso com os dados já existentes, demonstrando certa familiaridade em manusear o *software*. A estratégia de recorrer a outros casos do banco de dados também foi utilizada por **M** e **J**, ao serem solicitados a criar o novo caso.

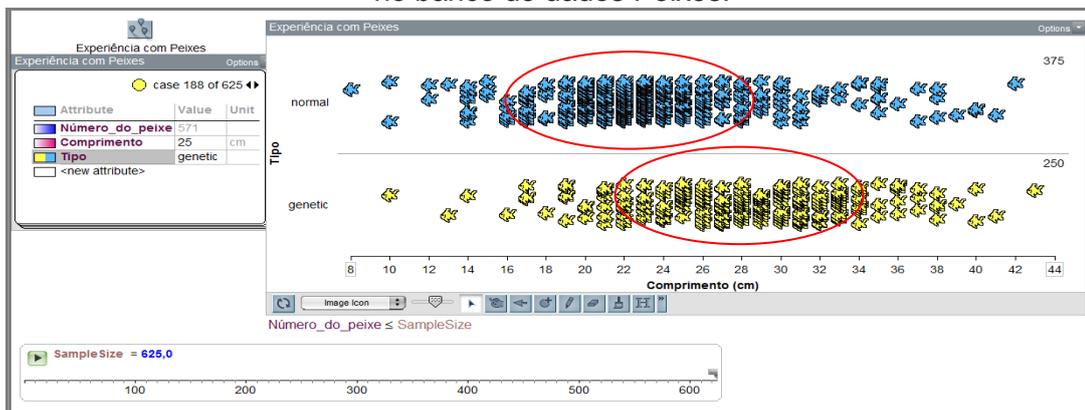
No último banco de dados sobre peixes, o desafio era responder se os peixes genéticos cresceram mais que os peixes normais. De um total de 625 peixes, apenas 18 eram apresentados inicialmente. Em seguida era utilizada a ferramenta *sample size*, um controle deslizante que possibilita determinar a quantidade de casos que será exibida no *plot*.

Na primeira visualização com 18 peixes apenas, nas sessões com **G** e com **M** e **J**, os participantes utilizam inicialmente a ferramenta *case count (N)* que mostra automaticamente o número de casos dentro de cada sessão do gráfico. Mas em ambos os casos, a resposta ao problema não foi imediata como nos demais tipos de problema. Acreditamos que, por tratar-se de um problema que envolve a análise de tendência situada em um contexto de tomada de decisão, a sua resolução requereu uma maior reflexão dos estudantes.

Mesmo com a exibição de todos os casos, os participantes demonstraram dificuldade para chegar a uma conclusão sobre o problema. Diante da dificuldade dos estudantes, o pesquisador sugere a estratégia de analisar a concentração de

peixes para responder ao desafio desse banco de dados, conforme demonstra a Figura 4 (destaque para a área circulada que demonstra a concentração dos *plots*) e o extrato de fala abaixo da dupla **J e M**:

Figura 4: Gráfico produzido por **J e M** para analisar a concentração de casos, no banco de dados Peixes.



Fonte: TinkerPlots 2.0 (2013)

Sujeito: M e J

Problema: Na sua opinião os peixes modificados realmente cresceram mais e o fazendeiro fez um bom negócio?

P: Mas se vocês perceberem onde é que está a maior quantidade de peixes?

J: Aqui.

P: Aqui nessa concentração não é?

J: E deles tá aqui.

M: olha a gente podia pegar 24 peixes e comparar. Aqui tem 24, e aqui tem 24.

P: Esse grupo cresceu mais ou não que o outro?

M: Cresceu. Mas se fosse contando qual era o peixe maior é desse daqui (**peixes normais**).

J: Mas se eles cresceram mais, dá pra você ver que esses daqui oh...Bem detalhadinho. E aqui oh...vou aumentar direto, botar tudo pra gente ver. (**utilizam a ferramenta sample size**)

J: Aqui oh, tá a maior concentração de peixes. E deles tá aqui.

M: Tia a gente ficou em dúvida nessa.

P: Olha 131 tá entre o comprimento 22 e 23,4. E a maior concentração como J disse, 26 e 28,2. O que é que vocês acham?

J: Eu continuo achando que os genéticos cresceram mais.

M: É. Eu também acho.

Com a quantidade total de peixes apresentada, **J** afirma que os genéticos cresceram mais e que o fazendeiro havia feito um bom negócio e **M** concorda com

ele ao final. **G** chega à mesma conclusão. Percebemos com isso a importância da intervenção nesse caso no sentido de apresentar a estratégia visual baseada na tendência como forma de ampliar a compreensão sobre o problema e gerar novas ideias e interpretações diante do desafio. Observa-se inclusive a apropriação de **J** ao referir-se à expressão “concentração de peixes” que foi utilizada pela pesquisadora. Como nesse banco de dados esse tipo de problema envolve análise da tendência, observar a concentração dos ícones no gráfico gerado foi uma estratégia importante.

Na etapa de interpretação, as representações criadas no *plot* foram fundamentais nos momentos de dúvidas, ajudando as crianças a encontrarem soluções para os desafios. Nesse sentido, a relação entre variáveis com diferenças às vezes muito tênues foram facilitadas pela representação visual construída por eles no *software*.

Na entrevista final os participantes puderam dar sua opinião sobre o uso do *TinkerPlots*, bem como apontar dificuldades encontradas e estratégias utilizadas. Sobre isso, **G** afirma ter achado o *software* muito bom, e apontou como a parte mais legal do trabalho, o uso das ferramentas para criar gráficos. Ao ser questionada sobre como resolvia os problemas, **G** afirma que “*pensava sempre em arrastar o que estava sendo pedido pra o gráfico*”. Ela apontou como dificuldade a questão do último banco de dados (Peixes), e afirma que o *software* pode ser utilizado pela criança sozinha, requerendo ajuda apenas na hora de ler algumas informações.

Para **J** o *software* é muito bom, e não teve dificuldades em usá-lo. Ele apontou como parte mais difícil o banco de dados Peixes, mas também acredita que o *TinkerPlots* pode ser utilizado pela criança sozinha. Como estratégia para responder aos problemas, ele apontava a movimentação das informações referidas no problema e a utilização da ferramenta *case count*.

Na opinião de **M** o *TinkerPlots* é um programa novo e legal que permite aprender mais sobre os gráficos. Ela aponta ainda como aspecto que mais gostou no trabalho, a possibilidade de arrastar os ícones para responder aos desafios, além da criação de novos casos. Ao ler os problemas, **M** afirma que pensava inicialmente em arrastar os ícones e em usar a ferramenta *case count*. Ela aponta ainda que o *software* pode ser usado pela criança sozinha, mas que “*é mais legal fazer com ajuda, porque se você não entender alguma coisa a sua dupla pode lhe ajudar*”.

4.2.2 Algumas considerações sobre os resultados do estudo piloto

Os resultados do estudo piloto apontaram para a importância do *TinkerPlots* na criação de diferentes formas de representação para os dados, bem como o desenvolvimento de estratégias para resolver os problemas de tipos variados envolvendo a interpretação de gráficos.

Assim, o *software* permitiu com rapidez e facilidade que as crianças mudassem as representações dos dados, experimentassem e selecionassem a mais adequada de acordo com o tipo de problema. Os participantes exploraram o *software*, ora de forma espontânea com o objetivo de solucionar os problemas, ora a partir das intervenções da pesquisadora que apresentava questionamentos, sugestões de uso de ferramentas do *software* e reflexões sobre possíveis caminhos para chegar às soluções.

Nas questões resolvidas pela dupla, podemos depreender que a partir de apenas uma sessão de familiarização, os participantes conseguiram criar rapidamente estratégias para responder aos desafios. Essa constatação reafirma a importância da etapa de familiarização, bem como do enriquecimento dos momentos de interpretação a partir das discussões e trocas em dupla, sendo este o caminho que adotamos para a organização do estudo principal. Na próxima seção, apresentamos as principais mudanças metodológicas em relação ao estudo piloto e descrevemos a metodologia utilizada no estudo principal.

4.3 Estudo Principal

As principais mudanças do estudo piloto para o estudo principal se deram na organização dos participantes em duplas e na melhor estruturação dos problemas envolvidos em cada banco de dados utilizado.

Uma vez que no estudo piloto, uma das crianças participou individualmente e as outras duas participaram em dupla compartilhando um único computador, no estudo principal realizamos a coleta de dados com os estudantes organizados apenas em duplas. Essa opção é decorrente da constatação de que no momento de resolução dos problemas, em dupla os estudantes puderam confrontar ideias, discutir hipóteses e ampliar as estratégias utilizadas. A decisão pelo trabalho em

duplas também é reforçada por estudos prévios com o *TinkerPlots* como aquele realizado por Eugênio (2013).

Além disso, diante dos tipos de problemas propostos no estudo piloto, buscamos estendê-los para todos os bancos de dados, tomando-os como unidades de análise para o estudo principal. Nesse sentido, a partir de um número equilibrado de exemplos de cada tipo de problema, teremos mais elementos para verificar as implicações dos usos das ferramentas do *software* e as estratégias utilizadas pelos estudantes de forma sistematizada. Como os problemas usados possuem níveis de dificuldades diferentes, entendemos que a análise do trabalho com o *TinkerPlots* com cada um deles, pode se constituir como um importante critério pedagógico.

Diante do aumento dos tipos de problemas em cada banco de dados (no estudo piloto eram três problemas e no estudo principal passaram a ser quatro); do crescimento da amostra, (entrevistamos três crianças no piloto, enquanto no estudo principal entrevistamos 12 crianças), diminuimos a quantidade de bancos de dados utilizados. Assim, das opções disponibilizadas no próprio *software*, selecionamos aqueles que já foram objeto de estudo dos estudantes do 5º ano na escola, adaptando os problemas propostos em função do *design* metodológico.

Dessa forma, optamos por manter o banco de dados Gatos, pois constatamos a facilidade de sua utilização no contexto de familiarização com o *software*, tanto no nosso estudo piloto, quanto em estudos prévios (ver, por exemplo, os estudos de ALVES, 2011 e EUGÊNIO, 2013). Diante dos novos tipos de problemas propostos, decidimos ampliar o número de questões com o intuito de abranger mais situações de uso das ferramentas pelos estudantes.

Na etapa de resolução de problemas de interpretação de gráficos pelos estudantes, optamos por manter o banco de dados Dinossauros e incluir o banco de dados Planetas, por ambos tratarem de temáticas passíveis de mobilizar os estudantes, além de já terem sido objeto de estudo em projetos desenvolvidos pelos alunos na escola campo de pesquisa.

4.3.1 Local da pesquisa e participantes

A escola campo de pesquisa onde foi desenvolvido o estudo principal integra a rede privada de ensino, é de médio porte e atua desde a Educação Infantil, até as séries finais do Ensino Fundamental organizada a partir do sistema de ciclos.

O trabalho com Educação Estatística ocorre desde a Educação Infantil e especificamente no 5º ano, é desenvolvido ao longo das três etapas nas quais se divide o ano letivo. Para isso, são utilizadas atividades do livro didático, assim como outros materiais produzidos pelas professoras e pela coordenação, como propostas de atividades em fichas, folha quadriculada e atividades do caderno para casa e classe.

Participaram da pesquisa doze alunos do 5º ano do Ensino Fundamental, sendo seis meninos e seis meninas. Os critérios utilizados pela professora para selecionar as crianças se relacionaram ao bom rendimento escolar e à facilidade com que essas crianças retornariam à rotina da sala após as sessões de pesquisa, sem prejudicar a realização das atividades.

Os alunos foram encaminhados pela professora e organizados em duplas pela pesquisadora para realizar as atividades com o *TinkerPlots* e participar das entrevistas. A formação das duplas se deu através de sorteio entre os estudantes indicados pelas professoras, utilizando como critério, que fossem formados por um menino e uma menina.

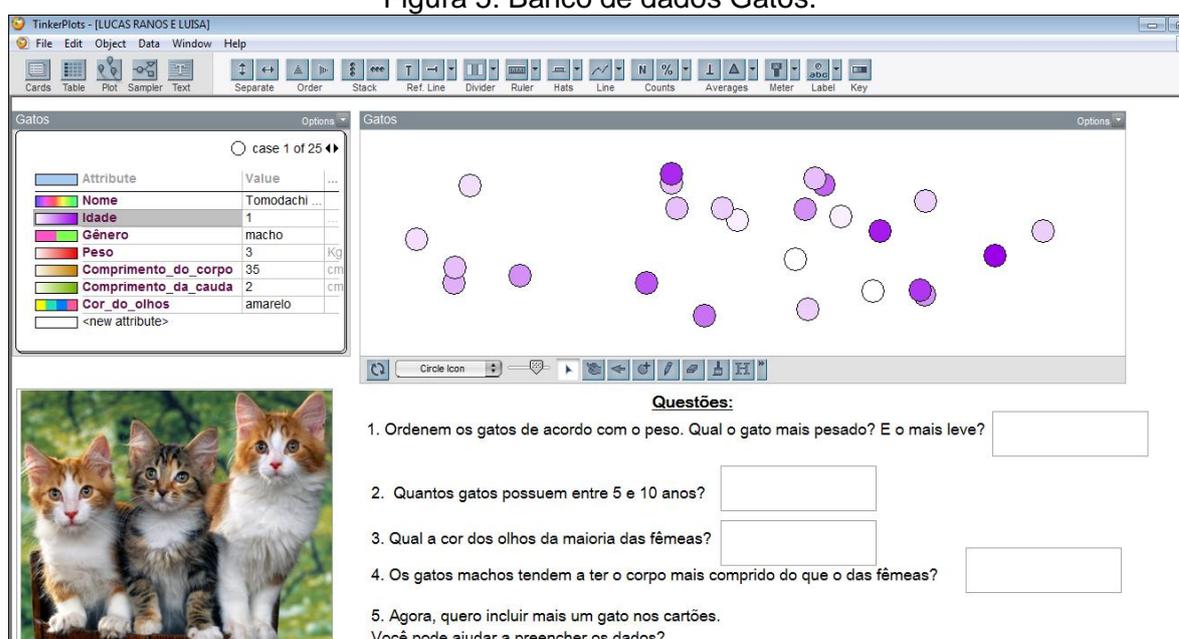
4.3.2 Atividades de familiarização com o *TinkerPlots*

Inicialmente realizamos uma entrevista semi-estruturada (ver roteiro no Apêndice A) com o objetivo de estabelecer o perfil dos participantes da pesquisa, considerando aspectos como idade, familiaridade e experiências com o computador e com *software* educativos, além de conhecimentos prévios sobre gráficos.

No mesmo dia da entrevista, os alunos vivenciaram uma familiarização com o *software*, incluindo situações dirigidas pelo pesquisador a fim de conhecer suas funções e manipular as suas principais ferramentas. Nesse processo de familiarização foi usado o mesmo roteiro para todos os estudantes.

Para a familiarização foi utilizado o banco de dados Gatos disponibilizado no próprio *software*, o qual contém informações sobre 24 gatos tais como, idade, peso, comprimento do corpo e da cauda. A Figura 5 ilustra o banco de dados utilizado.

Figura 5: Banco de dados Gatos.



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

Com as questões propostas nesse banco de dados, buscamos introduzir os estudantes nas situações de uso das ferramentas do *software*, para que eles pudessem reconhecer suas funcionalidades, a partir dos problemas a serem solucionados. Assim, ordenar, utilizar divisórias, observar o gradiente, analisar a escala, os grupos de ícones e criar novo caso, foram algumas das situações propostas.

4.3.3 Atividades de Interpretação

No dia seguinte ao da familiarização, realizamos observações do uso do *software* pelos alunos utilizando dois bancos de dados com níveis de dificuldade semelhantes. A etapa de interpretação foi registrada através de filmagens e da captura de imagens sobre as manipulações no computador feitas pelos estudantes através do *software* Screen 2.

A etapa foi finalizada com uma nova entrevista semi-estruturada (ver Apêndice B) com os estudantes na qual foram realizadas perguntas sobre o *software*, dessa vez com o objetivo de levantar suas avaliações sobre o trabalho com o *TinkerPlots*, tais como: aspectos que eles julgaram interessantes e dificultadores; em que tiveram mais facilidade ou dificuldade em realizar; sucesso na resolução dos problemas, estratégias utilizadas diferencial do *software* em relação a outro suporte, bem como a necessidade de ajuda.

4.3.3.1 Atividade 1 - Banco de dados Dinossauros

Na etapa de Interpretação foi apresentado inicialmente o banco de dados Dinossauros que inclui variáveis como dieta, comprimento, altura, peso, continente onde esses animais viveram, membros usados para andar e há quantos anos eles viveram. Diante das informações sobre 28 dinossauros diferentes, os participantes usaram de forma espontânea as ferramentas introduzidas na familiarização. A pesquisadora também entrevistou em algumas situações, propondo questionamentos e sugestões de uso de ferramentas do *TinkerPlots*.

Na tela inicial dessa atividade incluímos as imagens dos 28 dinossauros referidos nos bancos de dados. Para ter acesso à todas as imagens os participantes usavam uma barra de rolamento no canto inferior da tela. A Figura 6 apresenta a atividade Dinossauros e suas respectivas questões.

Figura 6: Banco de dados Dinossauros do estudo principal.

The screenshot displays the TinkerPlots software interface. On the left, a panel titled 'Dinossauros' shows a list of attributes and their values for a selected case (case 1 of 28):

Attribute	Value
Nome	Albertosau.
Dieta	Carnivoro
Comprimento	9
Altura	3,5
Peso	1500
Membros_p...	2
Continente	América d.
Anos_Atrás	75
<new attribute>	

The main workspace shows a collection of dinosaur icons. On the right, a grid of images displays various dinosaur species with their names: Albertosaurus, Allosaurus, Camarasaurus, Dromaeosaurus, Diplodocus, Massospondylus, Ornithomimus, Troodon, and Tuojiangosaurus. Below the workspace, a questionnaire asks the user to observe the characteristics of the 28 dinosaurs and answer four questions:

1. Em que continente viveram mais espécies de dinossauros?
2. Os dinossauros carnívoros possuem o peso do corpo maior do que os dinossauros herbívoros?
3. Ao longo dos anos, os dinossauros foram ficando mais altos, mais baixos ou do mesmo tamanho?
4. Imagine uma nova espécie de dinossauro que não está nos cartões de dados. Vá até o último caso e preencha com os dados do novo dinossauro.

Fonte: Dados da pesquisa (2013)

4.3.3.2 Atividade 2 - Banco de dados Planetas

Planetas foi o segundo banco de dados utilizado na etapa de interpretação (Figura 7). Esse banco de dados versa sobre os planetas do sistema solar e envolve as variáveis: nome, raio, órbita, duração do dia (comparada à duração de um dia terrestre), massa e duração do ano (comparado à duração de um ano na Terra).

Os participantes manipularam o *software* com o objetivo de resolver os problemas propostos. Eles puderam observar imagens do Sistema Solar e dos 8 planetas referidos no banco de dados, conforme Figura 7.

Figura 7: Banco de dados Planetas do estudo principal.

The screenshot shows the TinkerPlots software interface. On the left, a table lists planet attributes:

Attribute	Value	Unit
Nome	Mercúrio	
Raio	2	m...
Órbita	58	MIL...
Duração...	59	Ea...
Massa	0.060	Ea...
Duração...	0.24	Ea...
<new attrib...		

In the center, a scatter plot shows several circles of varying sizes and colors (yellow, white, green) representing data points. On the right, a diagram of the solar system shows the Sun (Sol) and the eight planets: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, and Netuno.

Below the scatter plot, there are several text-based questions in Portuguese:

Observando as características dos 28 dinossauros responda:

- Ordenem os planetas com relação a sua massa.
- Qual o nome do planeta que possui o dia mais longo, comparado a um dia na Terra?
- Façam um gráfico para investigar a distância dos planetas até o sol (órbita) relacionada ao tempo de duração do ano em cada planeta. O que você percebeu? Planetas com órbitas maiores tendem a ter anos maiores?
- Imaginem que existe um planeta com 40 megametros. No último caso (card 9), insiram um novo caso para este planeta. Preencham os valores para este novo planeta analisando os dados dos outros 8 planetas

Fonte: Dados da pesquisa (2013)

Conforme podemos observar nas atividades propostas em cada banco de dados (Figuras 5, 6 e 6), utilizamos uma variedade de problemas, os quais podem ser organizados em quatro tipos: uma variável; duas variáveis; análise de tendência do gráfico, e construção de um novo caso.

Segundo literatura na área de interpretação de gráficos (ver, por exemplo, CARVALHO, 2008), problemas de uma variável são mais simples, pois requerem do estudante a leitura de dados específicos do gráfico, envolvendo uma interpretação pontual. Os problemas de duas variáveis por requererem que os estudantes analisassem como as variáveis se relacionavam, podem estar situados em um nível

de interpretação de maior complexidade. Os problemas de tendência, por sua vez, são mais complexos e talvez requeiram dos estudantes uma leitura além dos dados, a partir de uma interpretação mais global do problema.

O Quadro 3 resume os tipos de problemas especificando-os por questões e bancos de dados.

Quadro 3: Tipos de problemas do estudo principal

TIPOS DE PROBLEMAS	QUESTÕES	BANCO DE DADOS
Uma variável	- Ordenem os gatos de acordo com o peso. Qual o peso do gato mais pesado? E o mais leve?	Gatos
	- Quantos gatos possuem entre 5 e 10 anos?	Dinossauros
	- Em que continente viveram mais espécies de dinossauros?	
Duas Variáveis	- Ordenem os planetas com relação a sua massa	Planetas
	- O comprimento do corpo dos machos é maior do que o das fêmeas?	Gatos
	- Qual a cor dos olhos da maioria das fêmeas?	Dinossauros
- Os dinossauros carnívoros tem o comprimento do corpo maior do que os dinossauros herbívoros?		
Análise de tendência	- Qual o nome do planeta que possui o dia mais longo, comparado a um dia na Terra?	Planetas
	- Os gatos machos tendem a ter o corpo mais comprido do que o das fêmeas?	Gatos
	- Ao longo dos anos, os dinossauros ficaram mais altos, mais baixos ou do mesmo tamanho?	Dinossauros
Construção de novo caso	- Façam um gráfico para investigar a distância dos planetas até o sol (órbita) relacionada ao tempo de duração do ano em cada planeta. O que você percebeu? Planetas com órbitas maiores tendem a ter anos maiores?	Planetas
	- Agora, quero incluir mais um gato nos cartões. Você pode ajudar a preencher os dados?	Gatos
	- Imagine uma nova espécie de dinossauro que não está nos cartões de dados. Vá até o último caso e preencha com os dados do novo dinossauro.	Dinossauros
	-Imaginem que existe um planeta com 40 megametros. No último <i>card</i> (<i>card</i> 9), insiram um novo caso para este planeta. Preencham os valores para este novo planeta analisando os dados dos outros 8 planetas.	Planetas

Fonte: Elaborado pela autora (2013).

4.4 Análise dos dados

Após a coleta dos dados, estes passaram a se constituir como indicadores para a criação de categorias de análise temáticas. Assim foram considerados o perfil dos participantes, os dados das etapas de familiarização e interpretação de problemas, e a entrevista final sobre como os participantes avaliaram o trabalho com o *software*.

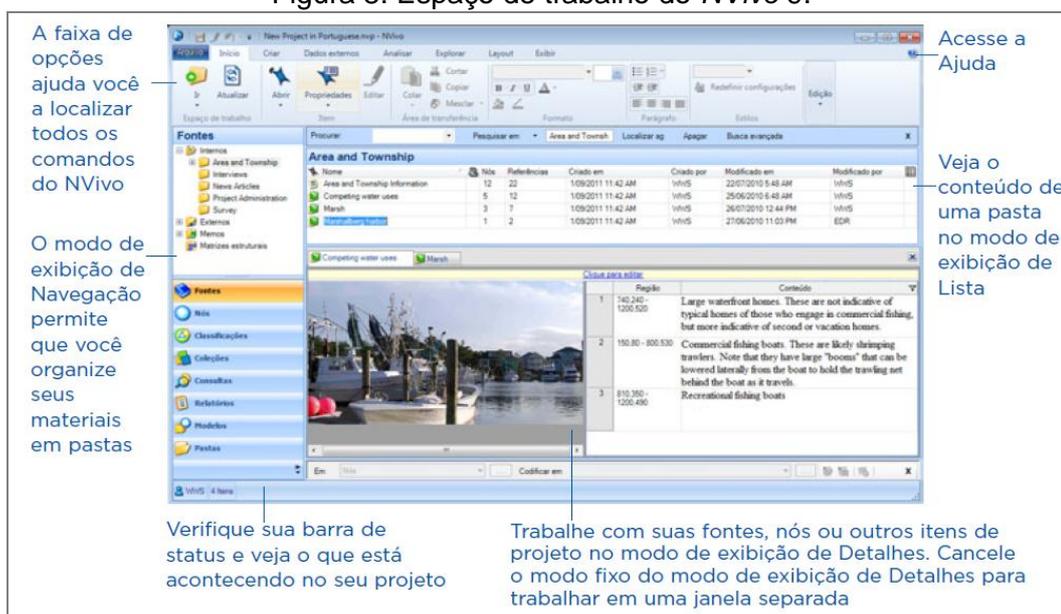
Analizamos como os participantes resolveram os problemas abordados nos bancos de dados, buscando identificar quais as implicações do uso do *TinkerPlots* na resolução dos diferentes tipos de problema, identificando as ferramentas que possibilitaram esse processo e as características do *software* que favoreceram ou não o processo de interpretação dos gráficos.

Esses dados embasaram ainda a elaboração dos critérios de análise da adequação do *software* a partir dos modelos existentes, das especificidades do *TinkerPlots* e de sua análise geral. O *software NVivo® 9*, constituiu-se como um importante recurso para a organização dos dados, conforme detalharemos na próxima seção.

4.4.1 Uso do *Nvivo® 9*

Como forma de organizar os dados coletados, utilizamos o *NVivo 9*, um *software* de suporte para a pesquisa de métodos qualitativos e mistos, usado em diversas áreas. Ele fornece uma área de trabalho que auxilia na análise de dados, abrangendo desde a etapa da organização dos materiais de pesquisa, até a análise, compartilhamento dos resultados e geração de relatórios. A Figura 8 fornece um exemplo da área de trabalho disponibilizada pelo *NVivo 9*.

Figura 8: Espaço de trabalho do NVivo 9.



Fonte: Guia de Introdução *Nvivo* 9 (2011).

Em nossa pesquisa com o *TinkerPlots*, após a coleta dos dados, seguimos algumas etapas no uso do *NVivo* 9 as quais descreveremos em seguida:

1. **Agrupamento** das transcrições de cada dupla em um único documento.
2. **Importação dos documentos para o NVivo, compondo as fontes.** As fontes são todos os documentos que utilizamos na análise. Incluímos os textos das transcrições, planilhas com dados do perfil e entrevistas, imagens das representações criadas pelos estudantes nas atividades, bem como o áudio e os vídeos das transcrições.
3. **Agrupamento de todos os tipos de problemas de cada banco de dados, em nós livres.** Os nós constituem-se como categorias ou conceitos e servem para armazenar o material analisado a partir de codificações. A codificação é necessária, pois permite a localização de passagens do material importado e a elas atribuir significados que correspondam às categorias (nós) que criamos.
4. **Codificação de todas as ferramentas e estratégias em cada tipo de problema:** Ao longo da leitura dos textos (fontes) selecionamos os trechos relacionados aos nós (tipos de problema), e cada trecho era arrastado em direção ao nó correspondente. Assim, podíamos abrir qualquer fonte e adicionar nós, e a cada vez que um trecho fosse codificado no nó, o número de referências e de fontes lidas era contabilizado automaticamente.

5. **Criação das árvores de nós com as subcategorias encontradas em cada nó.** Aos nós criados (com as ferramentas e estratégias) foram agregados nós secundários relacionados aos tipos de problemas.

6. **Análise (quantitativa e qualitativa) das categorias e subcategorias.**

7. **Seleção dos fragmentos** de falas dos participantes (pois eles estarão articulados aos nós) e exemplos de gráficos criados para compor os resultados e análise dos dados.

A Figura 9 apresenta um panorama geral da área de trabalho da organização dos dados da nossa pesquisa no *NVivo 9*.

Figura 9: Organização geral dos dados da pesquisa em nós no *NVivo 9*.

Nós			
Nome	Fontes	Referências	
ESTRATÉGIAS	9	258	
problemas DINOSSA	9	125	
1º - 1 variável	9	18	
2º - 2 variáveis	6	26	
3º - Análise da Te	6	30	
4º - Construção de	6	51	
problemas PLANETA	6	133	
1º - 1 variável	6	32	
2º - 2 variáveis	6	23	
3º - Análise de te	6	31	
4º - Contrução de	6	47	
FERRAMENTAS	6	88	
problemas DINOSSA	6	27	
1º - 1 variável	0	0	
2º - 2 variáveis	3	5	
3º - Análise da Te	3	6	
4º - Construção de	6	16	
problemas PLANETA	6	61	
1º - 1 variável	6	32	
2º - 2 variáveis	5	11	
3º - Análise de ten	3	6	
4º Contrução de n	5	10	

Fonte: Dados da pesquisa (2013)

Nessa organização definimos como nós principais as ferramentas e as estratégias, e como nós secundários os bancos de dados e os tipos de problemas.

A coluna referente às fontes contém o número de fontes em que o nó foi codificado e na coluna referências, aparece o número de vezes em que um trecho referente a cada nó foi codificado. Assim, no problema de duas variáveis do banco

de dados Planetas, por exemplo, foram encontradas 11 referências às ferramentas e 23 referências às estratégias.

Isso facilitou de forma significativa o trabalho de organização, leitura e análise dos dados, pois de forma simples e rápida, podíamos observar a frequência de uso de determinada ferramenta pelas duplas em todos os problemas, ou a quantidade de vezes em que dada estratégia foi realizada pelos estudantes. Além da frequência, ao clicar no ícone do nó, uma janela é aberta contendo os trechos que foram codificados e direcionando imediatamente para o contexto do documento original.

As transcrições das sessões com os estudantes foram lidas no próprio ambiente do *NVivo*, e ao mesmo tempo em que nos apropriávamos dos dados, podíamos definir os nós e as relações entre eles. Dessa forma, podíamos ler as transcrições, selecionar os trechos das transcrições e arrastá-los armazenando-os nos nós, bem como selecionar trechos dos vídeos e capturas de tela em um mesmo ambiente.

Em nossas análises apresentaremos os resultados das codificações realizadas através das categorias de análise. Ou seja, cada nó (estratégias e ferramentas) está relacionado às variações (tipos de problemas e bancos de dados).

CAPÍTULO V - RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nos resultados e discussões apresentaremos inicialmente a análise da adequação do *TinkerPlots* a partir dos critérios estabelecidos.

Em seguida, abordaremos as etapas de uso do *TinkerPlots* pelos estudantes (familiarização e interpretação). Após a apresentação do perfil dos estudantes participantes da pesquisa, analisaremos especificamente o uso de ferramentas na resolução dos diferentes tipos de problemas e posteriormente, as estratégias desenvolvidas pelos estudantes.

5.1 Análise da adequação do *TinkerPlots* 2.0

Seguindo um dos nossos objetivos específicos de pesquisa, elaboramos critérios para análise do *TinkerPlots* e analisamos a adequação do *software* para o trabalho com interpretação de gráficos a partir de modelos existentes e do uso feito pelos estudantes.

Dessa forma, consideramos a análise do *software* em uma perspectiva objetiva e formativa.

Segundo Oliveira, Costa e Moreira (2001), a avaliação objetiva de um *software* educativo é realizada a partir de listas de critérios elaboradas por diferentes autores. Cada lista de critérios é embasada pela perspectiva de construção do conhecimento de cada autor e deve vir acompanhada de um glossário de cada critério, de modo a facilitar a sua compreensão.

Ainda segundo os autores, a avaliação do *software* educativo precisa ser também formativa, evitando com isso, uma avaliação restrita à objetividade do *software* em si mesmo. Este tipo de avaliação é desenvolvida com os usuários do *software* enquanto fazem uso de instrumentos como entrevistas, questionários e observações do seu desempenho. A avaliação formativa do *software* educativo ocorre em uma situação real de aprendizagem pelos alunos, e pode incluir a verificação do conhecimento retido a curto e longo prazo.

Considerando essa perspectiva objetiva, em nossa pesquisa elaboramos critérios para análise da adequação do *TinkerPlots* utilizando modelos já existentes. Foi possível a partir do referencial teórico utilizado, destacar alguns critérios

existentes na literatura sobre o tema, tendo como base, aqueles que privilegiam os aspectos pedagógicos do *software*. Os critérios são entendidos, pois, como “referenciais para se emitir uma apreciação sobre determinado *software* educativo” (OLIVEIRA; COSTA; MOREIRA, 2001, p. 124).

Dessa forma os critérios que utilizamos baseiam-se principalmente, nos estudos de Gomes (2008); Gomes et al. (2002); Oliveira, Costa e Moreira (2001); Gladcheff, Zuffi e Silva (2001); Rocha e Campos (1993), e Manual TICESE (GAMEZ, 1998).

Gomes (2008) traz importantes contribuições nesse sentido ao propor um referencial teórico construtivista para avaliação de *software* educativo. A partir deste referencial o uso de interfaces educativas é feito em duas etapas: primeiro analisa-se a adaptação dos usuários à interface (considerando aspectos da estrutura do artefato), e em um segundo momento analisa-se a aprendizagem que ocorre durante o uso da interface.

Em nosso estudo além de considerar aspectos estruturais do *software*, relativos à adequação do *TinkerPlots*, nossa análise incide sobre as estratégias desenvolvidas pelos estudantes ao utilizarem a interface.

Essa abordagem se aproxima da perspectiva formativa (OLIVEIRA, COSTA e MOREIRA, 2001) por considerar a participação dos usuários do *software* em um contexto de interação com um conteúdo específico relativo à resolução de problemas envolvendo a interpretação de gráficos estatísticos. Além disso, são consideradas as ferramentas utilizadas, estratégias desenvolvidas enquanto as duplas utilizam o *software*, bem como extratos das entrevistas realizadas sobre a experiência de familiarização e de uso do *software*.

5.1.1 Critérios de análise da adequação do *software TinkerPlots 2.0*

Os critérios que utilizamos na análise do *TinkerPlots*, foram organizados a partir das seguintes categorias:

- a) Flexibilidade
- b) Complexidade x Tempo de aprendizagem
- c) Multiplicidade de representações

- d) Diferencial
- e) *Feedback*
- f) Construção dinâmica pelo aluno
- g) Planejamento
- h) Especificidades do *TinkerPlots*

a) Flexibilidade

A flexibilidade é tratada aqui, relativamente à possibilidade de adequação do *software* às diversas ações de seus usuários, permitindo personalizar a interface considerando as exigências da tarefa e as suas estratégias (GAMEZ, 1998).

O Quadro 4 apresenta os aspectos considerados relevantes para a apreciação desse critério no *software TinkerPlots*.

Quadro 4: Aspectos analisados no critério Flexibilidade do *software TinkerPlots*.

	Não	Parcialmente	Sim
O <i>software</i> oferece a possibilidade de integrar outros recursos tecnológicos para ampliar as suas possibilidades de uso?			<input type="radio"/>
O <i>software</i> apresenta formas diversificadas de apresentação das mesmas informações a diferentes tipos de utilizador?			<input type="radio"/>
O <i>software</i> permite a introdução de novos elementos, personalizando-o de acordo com as diferenças individuais?			<input type="radio"/>
O <i>software</i> permite que se defina, modifique ou elimine valores definidos?			<input type="radio"/>
Os usuários têm a possibilidade de modificar ou eliminar itens irrelevantes das janelas ou barras de ferramentas?			<input type="radio"/>

Fonte: Elaborado pela autora.

Analisando o *TinkerPlots* a partir deste critério, concluímos que este possui flexibilidade com relação à integração de recursos de outros programas, bem como permite a modificação de elementos como janelas e barras de ferramentas em função das necessidades dos usuários.

Em relação à compatibilidade e integração com recursos de outros *software*, o *TinkerPlots* permite importar dados da Internet ou de outras aplicações como

planilhas eletrônicas e arquivos de processadores de texto. Esta é uma possibilidade interessante, pois permite que os usuários construam seus próprios bancos de dados.

Sobre a possibilidade de modificação de janelas e barras de ferramentas, observamos que o *software* possui grande flexibilidade nesse aspecto. As janelas podem ser facilmente removidas ou deslocadas em função do tipo de atividade que se deseja realizar, bem como podem-se remover/incluir botões em barras de ferramentas. Na barra de ferramentas do *plot*, por exemplo, podemos remover botões para que os estudantes concentrem suas explorações em determinados conceitos ou funções, ou até mesmo para que ao imprimir suas produções, sejam visualizadas apenas os gráficos construídos.

Outro aspecto que expressa essa flexibilidade, refere-se às formas diversificadas fornecidas pelo *software* de apresentação das mesmas informações. Com isso, além das diversas possibilidades de representações gráficas no *plot* (sendo cada caso representado por um ícone ou por meio de gráficos convencionais), os estudantes podem fazer uso dos cartões de dados, tabelas, *plots*, *samplers*, textos, *sliders* e Imagens.

Nos bancos de dados, estes valores ou até mesmo as unidades de medidas podem ser alteradas pelos estudantes diretamente na atividade, ou pelo professor ao acessar e adaptar algum dos bancos de dados disponibilizados.

Como exemplo deste aspecto, ao serem solicitados a criação de um novo caso, os estudantes de nossa pesquisa vivenciaram essa flexibilidade ao atribuir valores diversos, que em geral eram discrepantes dos valores existentes nos demais casos. Outro exemplo nesta mesma situação de criação refere-se à alteração das unidades de medida por uma das duplas como estratégia para a criação de *outliers*.

Considerando resultados de pesquisas, inclusive com o *TinkerPlots*, Garfield e Ben-Zvi (2008) apontam como uma importante característica do uso da tecnologia no ensino de Estatística, o favorecimento de conexões entre diferentes tipos de representações para os dados. Assim, dentre os três importantes usos da tecnologia apontados pelos autores, estão a flexibilidade para mudar as representações gráficas ou para adicionar e remover valores e visualizar o efeito sobre o gráfico resultante; e a flexibilidade para as múltiplas representações na tela ao mesmo tempo, permitindo que os estudantes identifiquem onde os casos estão no gráfico.

De fato, estas características da flexibilidade puderam ser observadas mediante o uso feito pelos estudantes das ferramentas do *TinkerPlots* em nossa pesquisa.

b) Complexidade x Tempo de aprendizagem

Considerando esse critério, analisamos a relação entre a complexidade do *software* em relação ao tempo necessário para a aprendizagem.

O Quadro 5 apresenta uma escala a partir da qual analisamos essa relação.

Quadro 5: Aspectos analisados no critério Complexidade x Tempo de aprendizagem do *software TinkerPlots*.

	1	2	3	4	5	
Complexo com grande alcance e muito tempo para aprender			●			Pouco complexo e fácil de aprender

Fonte: Elaborado pela autora.

A escala apresentada no Quadro 5 expressa um equilíbrio entre a facilidade de aprendizagem em relação ao tempo requerido para que o usuário se aproprie das funcionalidades básicas do *software*.

A complexidade é uma característica que perpassa o processo de produção do *TinkerPlots*, trata-se portanto, de uma opção na sua formulação (KONOLD, 2007).

Um aspecto ressaltado por um de seus autores (KONOLD, 2007) é o fato de que, no *TinkerPlots*, alguns aspectos fundamentais são deixados sob o controle direto do usuário, o que aumenta ainda mais a complexidade do programa. Portanto, ter que controlar elementos como o tamanho do ícone e a ordem dos valores nos eixos, favorece a tomada de consciência pelo estudante sobre aspectos relativos às formas mais eficientes de apresentar os dados, podendo contribuir para reflexões sobre alguns conhecimentos estatísticos.

A escolha das ferramentas (empilhar, ordenar, separar) também estão relacionadas a essa complexidade. A capacidade de combinar estas ferramentas (ver exemplos do uso combinado das ferramentas na página 115) estaria, segundo Konold (2007), relacionada à complexidade do *software*, pois para a construção de

alguns tipos de representações, são necessárias várias etapas e combinações de ferramentas.

Em estudos prévios (LIRA, 2010; ASSEKER, 2010; ALVES, 2010; EUGÊNIO, 2013) e em nossa pesquisa constatamos que a partir de uma familiarização com o *software* os estudantes foram capazes de combinar as diferentes ferramentas com facilidade.

Em Lira (2010), por exemplo, foram considerados na análise do primeiro contato com o *TinkerPlots*, aspectos como dificuldades quanto ao idioma para compreensão dos recursos, compreensão das funções das ferramentas e facilidade de manuseio dos recursos. A autora verificou que os estudantes que participaram de sua pesquisa, não apresentaram dificuldades na aprendizagem dos recursos disponíveis no *software*, utilizando-o com autonomia e facilidade.

Esse aspecto da facilidade de aprendizagem sobre o uso dos recursos do *TinkerPlots* também pôde ser observado na análise realizada da familiarização em nossa pesquisa e no decorrer das sessões de interpretação de problemas pelos estudantes.

Sobre o tempo de aprendizagem de ferramentas tecnológicas para o ensino de Estatística, Garfield e Ben-Zvi (2008) apontam que apesar das potencialidades que as tecnologias oferecem, os professores precisam ser cuidadosos no sentido de evitar o uso de um *software* tão sofisticado que exige mais tempo para a aprendizagem do seu uso, do que para a sua aplicação. Mesmo inserido numa sociedade tecnologicamente avançada, muitos estudantes podem não estar prontos para usar tais ferramentas, por isso, a escolha de uma tecnologia precisa estar atrelada à facilidade de uso, interatividade, portabilidade e relações dinâmicas entre dados, gráficos e análises.

Disso decorre a conclusão de que a complexidade que perpassa o processo de elaboração do *TinkerPlots*, não está relacionada à dificuldade em sua utilização por estudantes iniciantes, mas sim ao fato de que, ao utilizá-lo o estudante será mobilizado a participar intensamente do processo de construção de suas próprias representações gráficas, tecendo hipóteses, testando-as e comunicando os resultados.

c) Multiplicidade de representações

Nesse critério analisamos as possibilidades de representações para os conteúdos matemáticos abordados no *software*, conforme os aspectos apresentados no Quadro 6.

Quadro 6: Aspectos analisados no critério Multi-representação do *software TinkerPlots*.

	Não	Parcialmente	Sim
1. Permite a utilização de múltiplas representações?			<input type="radio"/>
2. As representações são articuladas de forma a alteração em uma ter como feedback a alteração na outra?			<input type="radio"/>
3. As representações são construídas dinamicamente pelo aluno?			<input type="radio"/>
4. O aluno pode construir suas próprias representações ou alterar todas as representações diretamente?			<input type="radio"/>

Fonte: Elaborado pela autora.

Através das múltiplas possibilidades de representação para os dados, os estudantes podem observar a comportamento de uma mesma variável em representações diferentes, e seguindo critérios diversos de representação gráfica. Estão disponíveis no *TinkerPlots*, por exemplo, representações para os dados como: gráficos, tabelas, cartões de dados e o *Sampler*. Dentre as possibilidades para a construção de gráficos, são identificados 16 tipos de gráficos, dentre os quais destacamos: *stacked dot plot*, *frequency bar*, *value bar* e *value circle graph* (ver outros tipos de gráficos e exemplos no Apêndice C).

Segundo Konold (2007) dentre as razões para o *TinkerPlots* ter sido projetado como um conjunto de construção, o autor aponta inicialmente o fato de que dando aos estudantes mais opções de representar os dados, eles poderiam desenvolver a noção de que estavam construindo seus próprios gráficos, e não apenas selecioná-los a partir de um conjunto pré-estabelecido de opções.

Ainda Watson e Donne (2009), ressaltam que umas das características oferecidas pelo *TinkerPlots* refere-se à flexibilidade oferecida aos estudantes para criar suas próprias representações de dados e apresentar suas compreensões.

Após a análise das estratégias apresentadas pelos estudantes nos diversos tipos de problema propostos em nossa pesquisa, percebemos que estas, na maioria dos casos, estiveram baseadas na criação de uma multiplicidade de representações para os dados.

Dessa análise, percebemos que as representações produzidas pelos alunos seguiam diferentes padrões. Assim, foram criadas representações baseadas em diferentes características visuais, ou os estudantes se apoiavam nas primeiras representações apresentadas no *software* ao inserir as variáveis no *plot*.

Em alguns casos, nem todas as representações eram inicialmente adequadas, de forma que as ferramentas do *software* utilizadas pelos estudantes proporcionavam com facilidade e rapidez refazer e buscar novas formas de representação.

Em outra pesquisa com o *TinkerPlots*, Asseker (2011) aponta que por possibilitar a alteração das representações de acordo com as necessidades dos sujeitos de sua pesquisa, esse *software* favoreceu uma maior interação com os dados e a percepção de qual destas representações era a mais adequada para confirmar hipóteses. Assim, segundo a autora, as possibilidades de uso das ferramentas do *TinkerPlots* e das mudanças nas representações, favoreceram uma maior reflexão por parte dos sujeitos da pesquisa, apontando uma possível contribuição do *software* a partir desse aspecto.

Assim, consideramos que as possibilidades de representações gráficas fornecidas aos estudantes quando utilizaram o *TinkerPlots*, permitiram não apenas explorar os dados com o objetivo de resolver os problemas propostos, mas também confrontar as interpretações realizadas a partir das diferentes representações e selecionar as mais adequadas para apresentar suas hipóteses e compreensões sobre os dados. Assim, ajudavam a pensar sobre os problemas, pois favoreciam a integração de informações sob vários formatos (gráficos, tabelas, textos, imagens), em um processo criativo e reflexivo.

d) Diferencial

Partindo deste critério analisamos o diferencial do *software* como ferramenta didática para a abordagem do conteúdo. No Quadro 7 apresentamos a escala

utilizada para analisar o diferencial do *software* com uma abrangência que vai de fraco à ótimo.

Quadro 7: Aspectos em relação ao Diferencial do *software TinkerPlots*

	1	2	3	4	5	
Fraco - similar à sala de aula					●	Ótimo - traz coisas dificilmente realizadas sem o uso do computador.

Fonte: Elaborado pela autora.

Em nossa análise da adequação do *TinkerPlots* consideramos o seu diferencial enquanto ferramenta didática para abordar conceitos relativos à Educação Estatística.

Nas entrevistas, os estudantes apontaram importantes elementos sobre esse diferencial do *software*, em relação ao mesmo trabalho sendo realizado em outro suporte como o papel. Os extratos de fala abaixo exemplificam a compreensão dos estudantes sobre essa questão:

Sujeitos: L, P, B, T e C.

Entrevista: O *software* ajudou a aprender algo sobre gráficos que você não sabia? Ajudou a fazer algo que você não faria no papel?

L: Eu achei que a gente aprende mais sobre os gráficos, assim porque....na sala a gente trabalha mais fazendo gráficos, e aqui...num é muito....a gente não tem como ordenar, e aí tem várias ferramentas que a gente pode usar, fica mais fácil.

Porque tinha algumas perguntas assim, tipo...ordene...aí eu, na sala ficava tipo...eu não consigo ordenar direito porque ficava muito estranho, mas aí aqui, já vi tipo a ordem e ele já fica organizado.

P: Pegar o mais...o que tem mais massa e separar o menor, o maior, menor. Saber e tinha que olhar e fazer...essas coisas.

B: Movimentar os *Plots*. E responder nas caixas de texto.

T: Sim. Organizar os gráficos com uma precisão maior.

C: Sim, seria difícil separar as informações e construir os gráficos.

Na fala dos estudantes percebemos, que além do entusiasmo por conhecer o *TinkerPlots*, eles relacionam o diferencial do *software* às ferramentas e procedimentos específicos que possibilitaram um trabalho como os dados que seria difícil de ser feito em outro suporte.

No estudo de Watson e Donne (2009) foram comparadas versões de cartões de dados em papel e no *software*, buscando investigar a relação entre o formato de apresentação e as respostas dadas por estudantes de escolas australianas. Mesmo com dados idênticos, a principal diferença entre os grupos centrou-se no fato de que os estudantes que receberam representações no papel não tinham a possibilidade de modificá-las. O grupo que trabalhou com o *TinkerPlots*, por sua vez, além de ter a possibilidade de modificar as representações precisou, antes de tudo, decidir a representação mais adequada, visto que nenhum gráfico inicial foi apresentado.

Assim, o uso de *software* com essas características pode favorecer o processo de organização, análise e interpretação de dados, bem como a produção e reformulação das representações construídas para apresentar os dados. O diferencial do *software* com relação a outros recursos está exatamente na possibilidade de dinamizar estes processos, de modo que o foco dos estudantes esteja na interpretação dos conceitos trabalhados e na resolução de problemas que favoreçam construções significativas em relação aos conceitos estatísticos abordados.

Nesse sentido, além de facilitar a representação dos dados, a sua visualização de forma dinâmica e a interação com os elementos do sistema que está sendo representado, o *software* educativo possibilita automatizar procedimentos necessários, de modo que a energia e o tempo sejam despendidos com outras operações mentais mais complexas (COOL; ENGEL; BUSTOS, 2010).

Além disso, os recursos multimídia (integração da linguagem oral, escrita, imagens, sons e sistemas gráficos), o dinamismo nas representações, e a possibilidade de armazenamento de dados e produções por meio do *software*, incrementa o leque de características que ampliam o diferencial desse recurso digital em relação ao mesmo trabalho sendo realizado com recursos como o lápis e o papel, por exemplo.

e) *Feedback*

Avalia o *feedback* dado pelo *software* em termos da interação do aluno com sua interface. Nesse sentido, analisa-se se o *feedback* no *software* baseia-se apenas na verificação do acerto e do erro ou se permite ao aluno rever suas estratégias e revisá-las. O Quadro 8 apresenta a escala utilizada para a avaliação da presença deste critério na análise do *TinkerPlots*, com uma abrangência que vai do acerto/erro até a possibilidade de revisão do conhecimento pelo aluno.

Quadro 8: Aspectos em relação ao *Feedback* oferecido no *software TinkerPlots*.

	1	2	3	4	5	
Acerto e erro					●	Permite ao aluno revisar seu conhecimento.

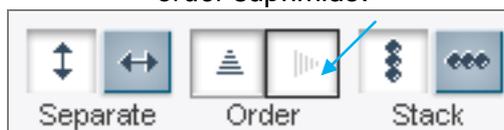
Fonte: Elaborado pela autora.

Vemos no Quadro 8 que a avaliação do *feedback* no *TinkerPlots* se distancia da ênfase sobre o acerto e erro.

Os autores do *software* optaram por evitar usar mensagens de erro para direcionar os alunos, pois isso pode prejudicar a ideia de que é o aluno, e não o *software* que está no controle. É possível observar que em alguns casos, quando um botão desempenhará a função inadequada, este permanece escurecido para indicar que está suprimido no lugar de surgirem mensagens de erro ou sons de alerta como ocorre em outros *software*.

Um exemplo da supressão de botões se dá quando tentamos empilhar verticalmente e em seguida ordenar. Se tentarmos ordenar em uma direção diferente da escolhida para empilhar, o botão fica inativo (Figura 10).

Figura 10: Demonstração do botão *order* suprimido.



Fonte: *TinkerPlots* 2.0 (2013).

Com a supressão dos botões que desempenhariam uma função inadequada, os alunos são levados a rever suas estratégias e a buscar novas possibilidades.

De acordo com Konold (2007), atribuir estas responsabilidades aos estudantes reforça a ideia de que são eles e não as ferramentas do programa que determinam o resultado das produções. O aspecto do qual os estudantes parecem gostar mais no *software*, de acordo com o autor, parte diretamente da natureza direta do controle sobre ele, fato que poderia ser alterado pelo uso de recursos como caixas de diálogo, por exemplo.

f) Construção dinâmica pelo aluno

A partir das nossas análises constatamos que o *TinkerPlots* favoreceu a construção ativa e dinâmica pelo aluno. O Quadro 9 demonstra os aspectos levados em consideração referentes à atividade do aluno ao utilizar o *software*.

Quadro 9: Aspectos analisados no critério Construção dinâmica pelo aluno no *TinkerPlots*.

	Não	Parcialmente	Sim
1. Valoriza as diferentes formas de compreensão e resolução de problemas pelo aluno?			<input checked="" type="radio"/>
2. Valoriza a troca de experiências e do trabalho cooperativo?			<input checked="" type="radio"/>
3. Permite que o aluno volte em sua estratégia?			<input checked="" type="radio"/>
4. Utilizadores mais experientes podem ter acesso aos módulos mais avançados?			<input checked="" type="radio"/>
5. O <i>software</i> permite autonomia na resolução dos problemas propostos, não requerendo que o aluno complete tarefas básicas antes que lhe seja permitido avançar no programa?			<input checked="" type="radio"/>

Fonte: Elaborado pela autora.

Ao manipular os dados e resolver as situações propostas, as diferentes formas de resolução dos problemas pelos estudantes foram valorizadas, de modo que eles puderam refletir sobre a adequação de suas produções e, caso necessitassem, podiam facilmente refazer ou desfazer ações. Além disso, a cada ação dos estudantes os ícones eram movimentados para uma nova posição, e isso

os auxiliou na avaliação de cada alteração na visualização dos dados e na adequação das ferramentas utilizadas.

Disso decorre o papel ativo dos estudantes na criação de suas próprias representações para os dados, valorizando formas diversificadas de resolução dos problemas. De acordo com Coll, Engel e Bustos (2010), para o aprendiz, há uma grande diferença entre construir a sua própria representação e entre pensar sobre uma representação já elaborada. Para os autores, construir a partir de seus conhecimentos sobre um determinado conteúdo, requer aprofundar e reorganizar os próprios pensamentos, resolver os problemas na compreensão e descobrir novas possibilidades e ideias.

No trabalho em duplas, observamos que o *software* favoreceu a troca de experiências e o diálogo entre os estudantes. Especialmente nos tipos de problema que requeriam maior reflexão e envolvimento dos estudantes (como nos problemas de análise de tendência e criação de novo caso), a troca de ideias e a interação da dupla com uma construção cooperativa foi fundamental. Assim, estratégias apontadas por um dos integrantes eram discutidas e favoreciam a compreensão e a resolução do problema na dupla.

Sobre a possibilidade de voltar em sua estratégia, o *TinkerPlots* oferece recursos como *undo* (desfazer) e *redo* (refazer), no menu principal. Mas consideramos ainda como característica dessa possibilidade, as inúmeras movimentações e reorganizações dos ícones, de forma fácil e prática. Nesse último aspecto, o uso da ferramenta *mix up* foi fundamental quando era necessário passar de um problema a outro, ou simplesmente utilizar os dados de uma nova variável.

A autonomia na resolução dos problemas propostos é outra característica fundamental do uso do *TinkerPlots* pelos estudantes. De fato, o *software* não requer do aluno que o mesmo complete tarefas básicas antes que lhe seja permitido avançar. Não existem níveis pré-estabelecidos para a utilização do *software* pelo estudante.

No entanto, ao analisar os diferentes tipos de problemas propostos, apontamos a relação entre a frequência do uso de ferramentas e estratégias em função de problemas mais complexos. Assim, constatamos que podem ser criadas a partir do uso do *TinkerPlots* e dos bancos de dados disponíveis, situações de ensino com níveis variados de complexidade.

Disso decorre a importante função do professor como mediador e propositor de situações desafiantes e significativas para os estudantes, conforme veremos no próximo item.

g) Planejamento

Neste critério focamos no uso e adaptação do *software* ao ensino. Conforme demonstra o Quadro 10, consideramos aspectos como os recursos de ajuda, sugestões de uso didático e possibilidades de adaptação do *software* em função dos objetivos de ensino e de aprendizagem.

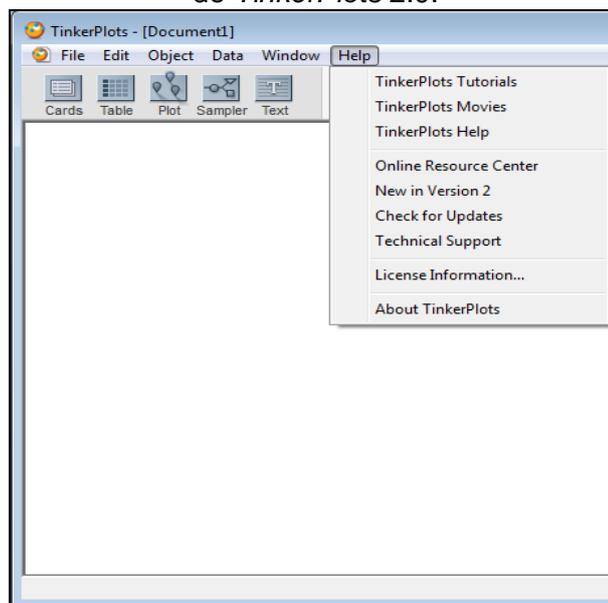
Quadro 10: Aspectos analisados no critério Planejamento

	Não	Parcialmente	Sim
1. Possui recursos de ajuda e aprofundamento online?			<input checked="" type="radio"/>
2. O <i>software</i> dispõe de sugestões para o uso didático?			<input checked="" type="radio"/>
3. possui manual do professor e sugestões de uso de propostas de atividades?			<input checked="" type="radio"/>
4. Permite ao professor alterar a plataforma para adequá-la ao seu planejamento de aula?			<input checked="" type="radio"/>
5. Os objetivos educacionais do <i>software</i> são explicitados?			<input checked="" type="radio"/>
6. Os conhecimentos prévios necessários são indicados?			<input checked="" type="radio"/>

Fonte: Elaborado pela autora.

Um dos aspectos considerados nesse critério refere-se ao acesso a recursos de ajuda pelo usuário do *software*. A Figura 11 apresenta a opção Ajuda, disponível no Menu principal do *software*. Nesta opção estão disponibilizados, tutoriais, vídeos, ajuda online, centro de recursos online, informações sobre as mudanças no *TinkerPlots 2* em relação à última versão, atualizações, suporte técnico, informações sobre licenças e sobre o *TinkerPlots*.

Figura 11: Opções do Menu *help* do *TinkerPlots 2.0*.



Fonte: *TinkerPlots 2.0* (2013).

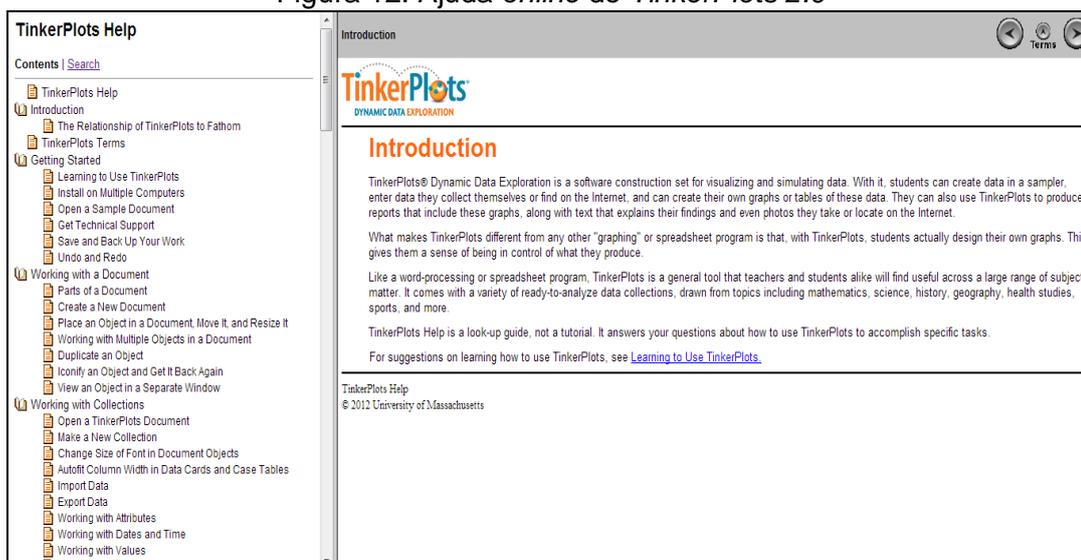
Através da opção *help*, o professor pode obter mais informações em uma página da Internet². Nesta é possível encontrar informações sobre instalação, atualizações e aquisição do *software*. Além destas informações, a página dispõe de vídeos instrucionais, tutoriais, atividades e recursos gratuitos para serem utilizados em sala de aula, fóruns de discussão e links para outros sites com informações complementares.

Um aspecto que pode dificultar o acesso a todos esses recursos de ajuda, é o fato de estarem disponibilizados apenas em Inglês, e não haver versões em português das referidas páginas na Internet. Como alternativa, podem ser utilizados recursos de tradução dos próprios navegadores na Internet.

Dentre os recursos de suporte ao trabalho do professor, o *TinkerPlots* oferece um sistema de ajuda online (*TinkerPlots help*), disponível no menu da barra de ferramentas principal. Este recurso consiste em um guia sobre como realizar ações específicas, além de apresentar notas introdutórias sobre a natureza e objetivos do *software*. São mais de 160 opções de tópicos com discussões específicas sobre termos e recursos do *TinkerPlots*, bem como uma sessão para pesquisa através de palavras chave. A Figura 12 ilustra a tela inicial do *TinkerPlots help*.

² <https://www.keycurriculum.com/products/tinkerPlots/tinkerPlots-support>

Figura 12: Ajuda online do TinkerPlots 2.0



Fonte: *TinkerPlots 2.0* (2013).

Há ainda a possibilidade de treinamentos para aprofundamento do estudo sobre o *software* através de publicações com atividades e cursos online. Podem ser acessadas *web* conferências gratuitas, além de cursos de desenvolvimento profissional online e presencial (cursos de 30 horas e com um custo adicional).

Direcionados para professores do Ensino Fundamental e Médio, e professores de Matemática do ensino Médio, o objetivo dos cursos e das *web* conferências é preparar os profissionais para a integração de *software* para exploração dinâmica de dados. Além disso, objetivam fornecer sugestões práticas de utilização do *software* com os alunos, seja utilizando uma lousa digital, projetor ou diretamente no computador.

Além de recursos formativos para o professor, o suporte *online* oferece atividades gratuitas, links para os conjuntos de dados, e recursos adicionais. Consideramos este aspecto relevante dado o seu caráter propositivo ao indicar a faixa etária, os conteúdos abordados e os aspectos metodológicos que de fato auxiliam o trabalho docente.

Além das atividades disponibilizadas na página na Internet, o *TinkerPlots* disponibiliza mais de 300 atividades acessadas através do Menu *Arquivo* (*open sample documents*).

Esses modelos de atividades prontas para uso podem ser adequados pelo professor aos seus objetivos de ensino, bem como terem as informações traduzidas

para o português. Além disso, apresentam especificações sobre a faixa etária, os conteúdos abordados e os procedimentos requeridos para os estudantes resolverem as situações-problema apresentadas nas atividades.

Tais atividades versam sobre visualização e análise de dados, modelagem, probabilidade, aleatoriedade, fatores, propriedades dos números, decimais, dentre outros.

Mesmo com todas as possibilidades de construção apresentadas aos estudantes na realização destas atividades, a possibilidade de utilização das ferramentas com poucos resultados significativos não é descartada, e os estudantes podem chegar a representações desordenadas e inúteis.

Disso decorre o papel fundamental do professor no planejamento das atividades e na mediação das situações propostas no sentido de favorecer interações entre estes e as ferramentas do *software*. Dessa forma, a construção de conhecimentos e a produção de resultados significativos nas manipulações dependem também da forma como professores colocam o *TinkerPlots* em uso, isso é, dos seus planejamentos e condução das atividades.

Nesse sentido, o *software* pode se constituir como um importante recurso para construir e manipular representações de situações e processos utilizando um amplo conjunto de formatos e linguagens. Segundo Coll, Engel e Bustos (2010) o *software* possibilita apoiar o trabalho do professor na apresentação de conteúdos e atividades de ensino e de aprendizagem, por meio da construção de representações visuais e recursos gráficos.

Todos esses recursos são fundamentais ao planejamento do uso da ferramenta pelo professor de modo que contribuam para a ampliação e diversificação da sua ação docente no processo de aprendizagem de conceitos estatísticos pelo aluno.

Ainda sobre o importante papel do professor, Garfield e Ben-Zvi (2008) ressaltam que a tecnologia tem sido e continuará sendo um grande fator para melhorar a aprendizagem dos estudantes sobre Estatística, porém o uso efetivo destes recursos requer um planejamento atento, bem como criatividade e entusiasmo. Dessa forma, boas escolhas usadas de forma apropriada podem favorecer a colaboração entre estudantes e as interações entre estes e o professor.

Além disso, é importante refletir sobre a melhor forma de usar a tecnologia, como por exemplo, permitindo situações de estimativas e testes, evitando passar

muito tempo inserindo dados. Tendo maior segurança com o uso da ferramenta, os professores podem progressivamente estimular os alunos a dar mais sentido a suas explorações, com uma progressiva autonomia, e mais foco nos conceitos estatísticos.

h) Especificidades do *TinkerPlots*

Partindo desse critério analisamos as características específicas do *software* relacionadas à Educação Estatística. O Quadro 11 apresenta os aspectos relacionados à análise das especificidades e conteúdos abordados no *TinkerPlots 2.0*.

Quadro 11: Aspectos considerados na análise das especificidades do *TinkerPlots*

	Não	Parcialmente	Sim
1. Identificação da faixa etária e nível escolar a que se destina o <i>software</i> .			<input checked="" type="radio"/>
2. Adequação do conteúdo ao público-alvo e ao currículo.			<input checked="" type="radio"/>
3. Identificação dos conhecimentos prévios necessários para realizar as atividades propostas no <i>software</i> .		<input type="radio"/>	
4. Diferentes possibilidades oferecidas pelo <i>software</i> para a organização de informações (tipos de gráficos, tabelas e outros).			<input checked="" type="radio"/>
5. Trabalho com características aleatórias e previsíveis dos dados, média e probabilidade.			<input checked="" type="radio"/>
6. Ferramentas de produção e edição de textos escritos a partir das interpretações dos dados.			<input checked="" type="radio"/>
7. Possibilidade de relação entre os conteúdos do <i>software</i> e outros conceitos matemáticos ou de outras disciplinas.			<input checked="" type="radio"/>
8. Possibilidade de utilização de dados reais contextualizados e obtidos pelos próprios alunos.			<input checked="" type="radio"/>
9. Contribuição efetiva para a aprendizagem dos conceitos trabalhados.			<input checked="" type="radio"/>

Fonte: Elaborado pela autora.

Sobre a identificação da faixa etária e adequação dos conteúdos ao público-alvo, observamos que nos textos que acompanham o *TinkerPlots* (ajuda online por exemplo) esta informação é apresentada. Sendo um *software* desenvolvido para

estudantes entre 10 e 14 anos, constatamos que o *software* se mostrou adequado para os estudantes participantes da nossa pesquisa.

Em muitas das atividades sugeridas para a utilização do *software*, são especificados os conteúdos abordados, no entanto, nem todas as propostas acompanham a especificação dos conhecimentos prévios necessários a sua realização. Essa talvez seja uma informação importante no sentido de facilitar a adequação das propostas pelo professor.

Sobre os conhecimentos prévios em relação a gráficos estatísticos necessários ao uso do *software*, vimos que os participantes de nossa pesquisa já apresentavam tais conhecimentos. No entanto, foi possível constatar que outros estudantes podem usar o *TinkerPlots* inicialmente sem conhecer gráficos convencionais ou elementos como eixos e variáveis. Através de suas tentativas de organização e reorganização dos dados, eles podem gradualmente resolver os problemas e construir seus próprios gráficos com facilidade.

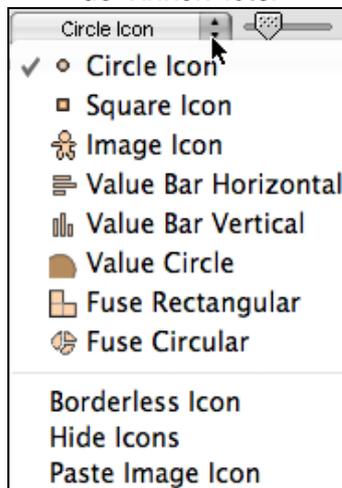
Assim, trata-se de um *software* que dada a sua dinâmica interna e interação entre as ferramentas, possibilita o uso por estudantes sem tantos conhecimentos prévios sobre gráficos, ou seja, sua dinâmica interna minimiza o impacto dos conhecimentos prévios ou experiências anteriores. Essa conclusão pôde ser verificada também em Alves (2012) que ao trabalhar com crianças de áreas rurais com poucos conhecimentos sobre gráficos puderam se apoiar nas representações gráficas produzidas no *TinkerPlots* para resolver os desafios propostos.

Assim como analisamos no critério relativo à Multiplicidade de representações, observamos que o *TinkerPlots* possibilitou a construção ativa pelos estudantes de diferentes tipos de representações, bem como a apresentação para os participantes por parte da pesquisadora, de diferentes formas de apresentação dos bancos de dados (tabelas, textos, imagens e gráficos).

Além dessas diferentes representações, especificamente sobre os gráficos existem diversas possibilidades a serem exploradas na área do *plot*. Por padrão, o *TinkerPlots*, configura inicialmente cada ícone de caso com um círculo. No entanto, os tipos de ícones podem ser modificados facilmente na barra inferior do *plot*, abrangendo representações que se assemelham ou não aos gráficos convencionais.

A figura 13 apresenta os tipos de ícones disponíveis no *TinkerPlots*.

Figura 13: Menu *Icon Type* do *TinkerPlots*.



Fonte: *TinkerPlots 2.0* (2013).

A partir das opções desse Menu, podem ser selecionados diferentes tipos de ícones para representar cada caso, e assim, construir diferentes visualizações para os dados:

- *Circle Icon*: por padrão, cada caso aparece como um círculo.
- *Square Icon*: cada caso aparece como um quadrado. Os quadrados podem ser empilhados para fazer gráficos que parecem gráficos de barras convencionais.
- *Image Icon*: cada caso aparece como uma imagem (por exemplo, um planeta ou um dinossauro). Os ícones podem ser alterados com modelos do *software* ou outras imagens importadas.
- *Value Bar horizontal* ou *vertical*: cada caso de uma variável quantitativa aparece como uma barra horizontal ou vertical. O comprimento ou a altura da barra é proporcional ao valor do caso.
- *Value Circle*: cada caso de uma variável quantitativa aparece como um círculo, cujo tamanho é proporcional ao seu valor numérico.
- *Fuse Rectangular*: ícones de caso são unidos em retângulos (semelhantes aos histogramas), porém os casos individuais ainda são visíveis como quadrados ou retângulos individuais.
- *Fuse Circular*: ícones de caso são unidos em círculos (semelhantes aos gráficos de pizza), mas os casos individuais ainda ficam visíveis como fatias de pizza individuais.

Além dos gráficos produzidos a partir do menu referente aos tipos de ícones, outros tipos de gráficos podem ser criados associados ao uso de outras opções de ferramentas, tais como: gráficos de frequência (utilizando linhas de conexão entre os ícones); *dot map* (que permite a criação de representações para apresentar a latitude e longitude, por exemplo); *dot plot* (que apresenta todos os casos em uma linha paralela ao eixo); *box plot* (usado para comparar a distribuição de grupos); *hat plot* (divide os casos em três seções semelhantes a um chapéu, em que cada “aba” se estende do valor máximo ao valor mínimo); dentre outros.

Tais opções são importantes na medida em que possibilitam aos estudantes testar suas hipóteses, experimentar representações para os dados, avaliar sua adequação e selecionar aquelas que melhor representam suas ideias sobre os dados. Esse processo pode ser ainda mais rico com a interação com outros estudantes e a mediação docente, ao tratar dos conceitos relativos aos diferentes tipos de gráficos.

Além de conceitos relativos à produção e análise de gráficos estatísticos, o *TinkerPlots* permite a exploração de outros conceitos relativos à Educação Estatística, tais como: média, mediana, amostragem, probabilidade, simulações com os dados e o uso de fórmulas e cálculos, bem como à outras áreas do conhecimento.

A partir das possibilidades do *software*, os estudantes podem adentrar por outras áreas do conhecimento, ou utilizar conhecimentos diversos para resolver os desafios propostos no *TinkerPlots*. Situações de natureza interdisciplinar foram observadas nas interpretações de problemas realizadas pelos estudantes em nossa pesquisa, em que utilizando bancos de dados com informações já exploradas pelos estudantes em outras áreas (como no caso dos bancos de dados Planetas e Dinossauros), puderam estabelecer conexões entre estes saberes prévios e os dados numéricos apresentados.

Além da relação com outras áreas, o *software* proporciona aos estudantes participar de todas as etapas do trabalho com dados, desde a coleta à apresentação dos resultados. Experimentamos algumas dessas etapas em nossa pesquisa, ao propormos a criação de um novo caso pelos estudantes. De acordo com o contexto onde se pretende utilizar o *software*, essa exploração pode ser ampliada com a produção de bancos de dados completos e registros do processo de coleta de dados pelos estudantes, a partir de situações do seu cotidiano.

Assim, podem se explorados dados já apresentados nos bancos de dados que, em sua maioria, são advindos de outras realidades e em outra língua, ou trabalhar com dados reais advindos da experiência e do contexto dos estudantes. Esta possibilidade de exploração de dados reais foi explorada em nossa pesquisa a partir da seleção de bancos de dados que fizessem parte das experiências dos estudantes, como já explicitado anteriormente.

Sobre a importância de dados que fazem parte do contexto real dos estudantes, Curcio e Artzt (1996) lembram que para que os estudantes valorizem a Matemática que estão aprendendo, é necessário que sejam elaborados problemas que envolvam dados reais, que mobilizem os estudantes à interpretação de dados e análises que conduzam à descobertas interessantes e significativas sobre as informações. Esta abordagem dos autores sobre a interpretação de dados reforça a noção de que existem diferentes níveis de compreensão e interpretação de gráficos.

Outro elemento das especificidades analisadas no *TinkerPlots* é relativo às ferramentas de produção e edição de textos escritos a partir das interpretações dos dados. Assim como é indicado no tutorial, o *software* apresenta a possibilidade de produção de textos e relatórios pelos estudantes, nos quais podem ser utilizadas as representações gráficas produzidas para ilustrar as descobertas. Nesse caso, há ainda alguns recursos básicos de edição dos textos, de modo a alterar o tamanho, estilo e modelo de fontes, bem como explorar controles para notações matemáticas.

A produção de textos escritos a partir da interpretação de gráficos e tabelas, e da coleta e organização de dados são inclusive conteúdos apontados pelos PCN (BRASIL, 1997) para o segundo Ciclo do Ensino Fundamental, no bloco de conteúdos relativos ao Tratamento da Informação. Além disso, os PCN tratam da construção de gráficos e da importância de os estudantes conseguirem ler as informações nele apresentadas, interpretando e produzindo perguntas que possam ser respondidas a partir deles.

Na análise baseada nos critérios específicos ao *TinkerPlots*, pudemos verificar que estes e outros conteúdos sugeridos nos PCN podem ser abordados a partir da utilização das ferramentas do *software*. No entanto, não é o *software* em si que garante a aprendizagem e a exploração desses conceitos de forma eficaz e completa.

Acreditamos que um dos aspectos que colaboram para a aprendizagem efetiva dos estudantes sobre gráficos estatísticos, esteja nas possibilidades de

criação de representações gráficas pelos alunos e das estratégias didáticas possíveis ao professor.

Retomando a classificação proposta por Oliveira, Costa e Moreira (2001) e Baranauskas et al. (1999), um *software* caracterizado como **simulação** é uma abordagem interativa, na qual o estudante pode realizar intervenções, refazer, interromper e avaliar, refazer cálculos, comprovar e reelaborar hipóteses.

Aproximando-se dessa classificação o *TinkerPlots* não apresenta comandos, *feedback* sobre erros, ou níveis pré-estabelecidos, deixando o estudante livre para produzir suas representações, abrindo espaço para a construção ativa pelo estudantes.

Nesse sentido o papel mediador do professor é ressaltado em uma perspectiva de enriquecimento e problematização em situações de exploração, análise e interpretação de dados. Essa mediação pode ser tanto no sentido de proposição e planejamento de situações didáticas a partir do uso do *TinkerPlots*, quanto durante o uso pelos estudantes diante de problemas mais desafiadores.

Esse aspecto reforça a nossa hipótese de que as ferramentas disponibilizadas no *TinkerPlots* favorecem construções diversas de forma intuitiva, mas a mediação consiste em um ponto crucial para o avanço nas compreensões dos estudantes do 5º ano sobre tópicos relativos à interpretação de gráficos.

5.2 Perfil dos participantes

Antes de iniciar o trabalho de familiarização com o *TinkerPlots*, buscamos levantar algumas informações importantes sobre os participantes.

Os estudantes já possuem experiências com a construção e interpretação de gráficos, e especificamente no ciclo de ensino em que eles encontram-se (3º Ciclo do Ensino Fundamental), este conteúdo perpassa as três etapas do ano letivo. No livro didático adotado pela escola para o 5º ano, identificamos atividades envolvendo gráficos e tabelas em praticamente todas as etapas nas quais o livro é organizado. Além desse recurso, os estudantes trabalham com atividades em CD-ROM e atividades desenvolvidas no laboratório de informática.

O Quadro 12 demonstra detalhadamente os dados coletados na entrevista inicial. Para salvaguardar as identidades das crianças participantes, utilizaremos apenas as iniciais dos seus nomes.

Quadro 12: Perfil dos participantes da pesquisa

DUPLAS	INICIAL DO NOME	IDADE	USOS DO COMPUTADOR EM CASA	USOS DO COMPUTADOR NA ESCOLA	OPINIÃO SOBRE O USO DO COMPUTADOR PARA APRENDER MATEMÁTICA	TIPOS DE GRÁFICOS QUE CONHECE
01	A	10	Instagram; Facebook	Programas do computador	Aprender através de jogos	Gráficos de barras e de pizza
	R	10	Jogos; Facebook	“Fazer as coisas que o professor solicita”	Aprender através de jogos	“Gráficos de barra e aqueles redondos”
02	G	10	Facebook; Jogos	Jogos; pesquisas	“Mais ou menos”	Tabela; Gráficos de barras e linhas
	E	10	Jogos; Instagram	Pesquisas	“Legal, melhor que aprender na sala”	Gráfico de setores
03	L	10	Redes sociais; pesquisas	Tarefas	“Porque...no computador a gente faz a mesma coisa que faz na sala”	Gráfico de barras, pizza, de linhas
	P	10	Pesquisas; Jogos	Projetos	“Para ampliar mais os conhecimentos de gráficos, não só ficar na sala. Mas ir pra aquele ambiente estudar mais coisas”	Gráfico de barras
04	LB	10	Jogos	Jogos educativos	Sites educativos	Barras, tabelas, aquele de círculo
	B	10	Jogos; Pesquisas	Jogos de Matemática	Baixar aplicativos	Barras
05	LR	10	Músicas; Jogos	Fazer atividades	Normal	Gráficos de linha, gráficos de barras
	L	10	Jogos	Fazer atividades	Normal	Gráficos de Linha; gráficos de barras
06	T	10	Pesquisas; “Ficar informado; se comunicar”	Aprender	Legal	Linhas, tabelas
	C	10	Jogos	Aprender	“Legal, porque a gente aprende se divertindo”	Linhas, aqueles verticais

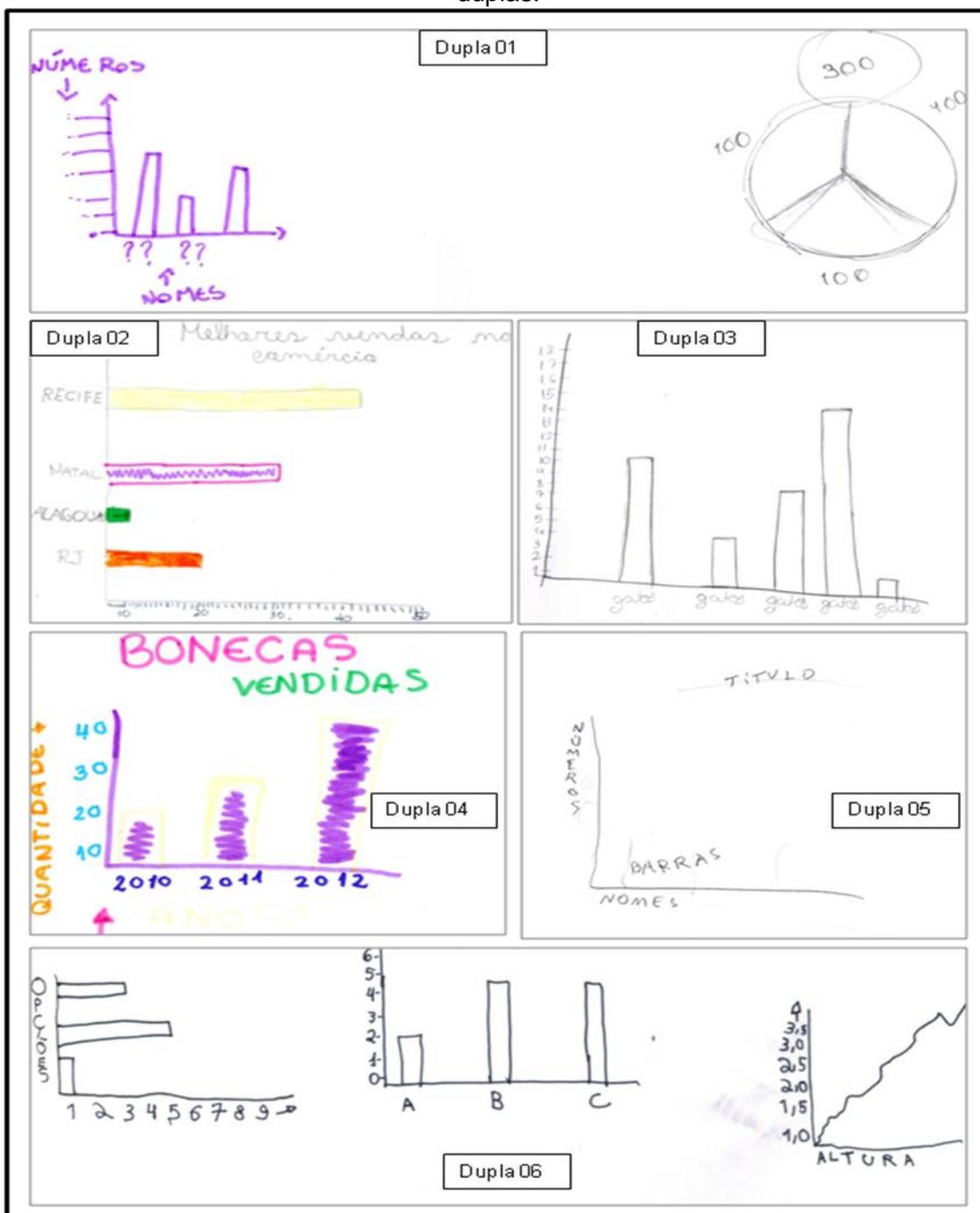
Fonte: Dados da pesquisa (2013).

Todos os estudantes estão na faixa etária dos 10 anos e usam o computador em casa e na escola. Dentre os usos do computador em casa, os jogos (em sua maioria *online*) consistem na principal atividade realizada pelos estudantes. O

acesso a redes sociais também é recorrente nas respostas dos estudantes seguido de ouvir música, realizar pesquisas, comunicar-se e ficar informado.

Os desenhos dos gráficos feitos pelos estudantes demonstraram que eles têm noções dos elementos convencionais dessa forma de representação, conforme pode ser observado na Figura 14 que apresenta a produção de cada dupla.

Figura 14: Desenho de gráficos produzidos pelas duplas.



Fonte: Dados da pesquisa (2013).

Conforme podemos observar na Figura 14, as duplas apresentaram desenhos de gráficos de barras (horizontais e verticais), de linhas e de gráficos de setores. Suas produções incluíram vários elementos tais como: título, eixos com denominações especificadas. Esses aspectos nos permitem conjecturar que os estudantes possuem um conhecimento prévio sobre a representação de dados sob a forma de gráficos.

5.3 Analisando a familiarização dos estudantes com o *software*

A familiarização com o *TinkerPlots* foi vivenciada por todas as duplas de estudantes participantes da pesquisa. Eles compartilharam um único computador e vivenciaram a familiarização em duplas com situações dirigidas pelo pesquisador a fim de conhecer suas funções e manipular as suas principais ferramentas.

Como já mencionado, para este momento foi utilizado o banco de dados Gatos, disponível no próprio *software*.

Nesse processo de familiarização foi usado o mesmo roteiro para todos os estudantes que, de forma geral, abordava:

- A apresentação geral dos objetivos da pesquisa e das etapas que eles iriam participar (familiarização e interpretação de problemas);
- Apresentação da tela inicial do *TinkerPlots* (sem nenhum arquivo aberto), com foco na demonstração rápida das funções das ferramentas: *cards*, *table*, *plot* e *text*.
- Apresentação do Menu principal (*file*, *edit*, dentre outros) e das barras de ferramenta superior e inferior do *plot*.

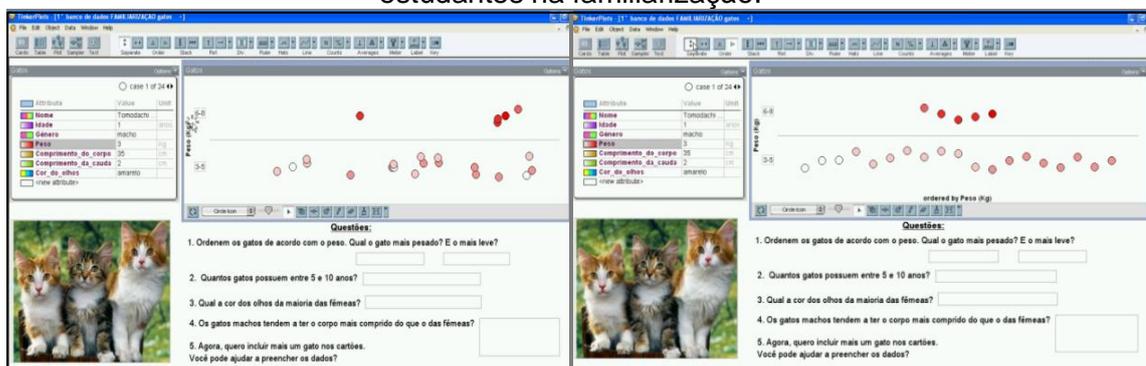
Após vivenciarem essa etapa de apresentação inicial, os estudantes demonstraram interesse em utilizar o *software*, principalmente, quando foram apresentados aos problemas e os questionamentos sobre se sabiam como resolver, mostrando-se mobilizados para a realização dos mesmos.

Eles se interessaram rapidamente pela cor dos ícones (gradiente) e pela possibilidade de trabalhar com mais de uma variável.

No primeiro problema (*Ordenem os gatos de acordo com o peso. Qual o peso do gato mais pesado? E do mais leve?*), os estudantes utilizaram diferentes

estratégias para responder, gerando diferentes representações para os dados (Figura 15).

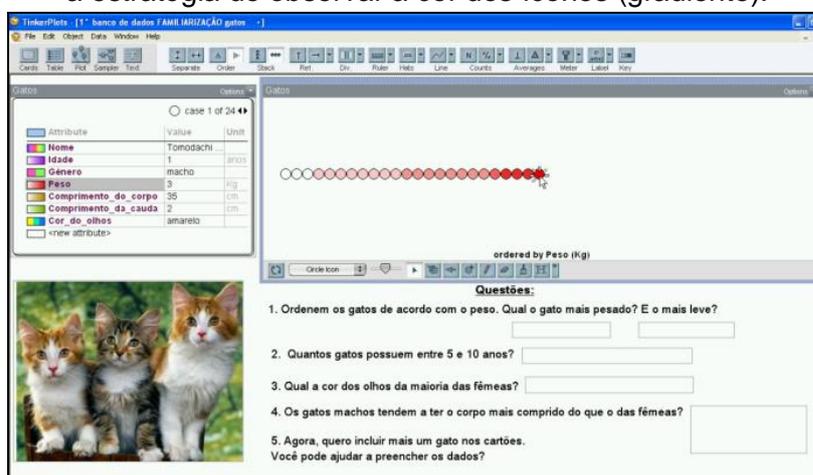
Figura 15: Exemplos de representações construídas pelos estudantes na familiarização.



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

A maioria dos estudantes associa rapidamente a resolução desse primeiro problema à ferramenta *order* (conforme gráfico localizado à direita da Figura 15), e depois tentavam lembrar como empilhar, solicitando ajuda. Todos sabem de imediato qual é a variável envolvida no problema e utilizam de forma adequada o *mouse* para arrastá-la para a janela do *plot*. Uma estratégia muito comum pelas duplas consistiu em clicar no ícone mais escuro e no mais claro (observar cursor do *mouse* sobre o ícone mais escuro na Figura 16), consultando nos *cards* o caso correspondente, visando descobrir o nome do gato mais pesado e do gato mais leve. A Figura 16 demonstra essa ação realizada pela dupla 02, composta por **G** e **E**.

Figura 16: Representação criada pela dupla 02, exemplificando a estratégia de observar a cor dos ícones (gradiente).



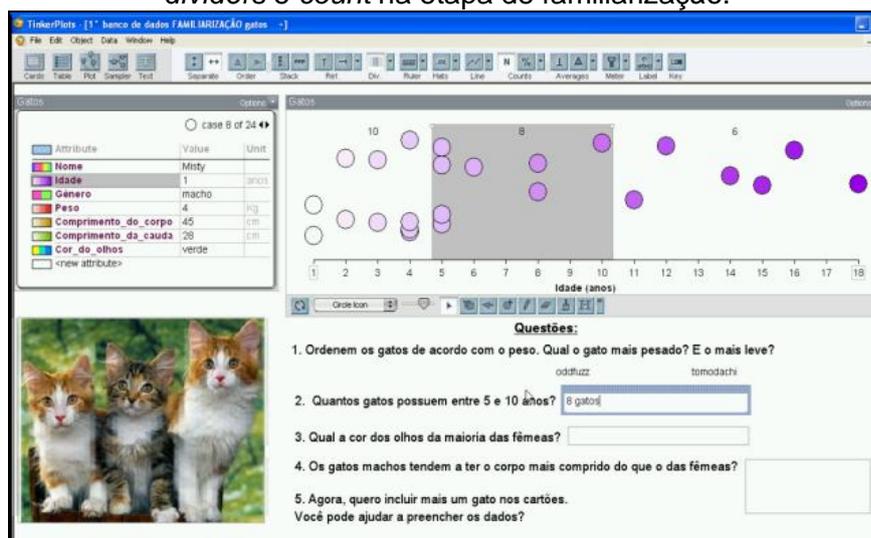
Fonte: Dados da pesquisa (2013)

No segundo problema da familiarização: (*Quantos gatos possuem entre 5 e 10 anos?*) três duplas utilizaram a ferramenta *dividers*, seja porque lembraram ou por indicação da pesquisadora. As outras duplas, utilizaram estratégias diferentes.

Ao ativar a ferramenta *dividers* em gráficos nos quais os ícones de valores numéricos estão totalmente separados, são apresentadas divisórias para dividir o gráfico em seções. As divisórias podem ser usadas juntamente com contagens ou porcentagens de casos em cada seção.

A partir do uso das divisórias, seguida do uso de *count* que apresenta a quantidade de casos em cada seção do gráfico, as duplas chegaram à visualizações semelhantes à que apresentamos na Figura 17.

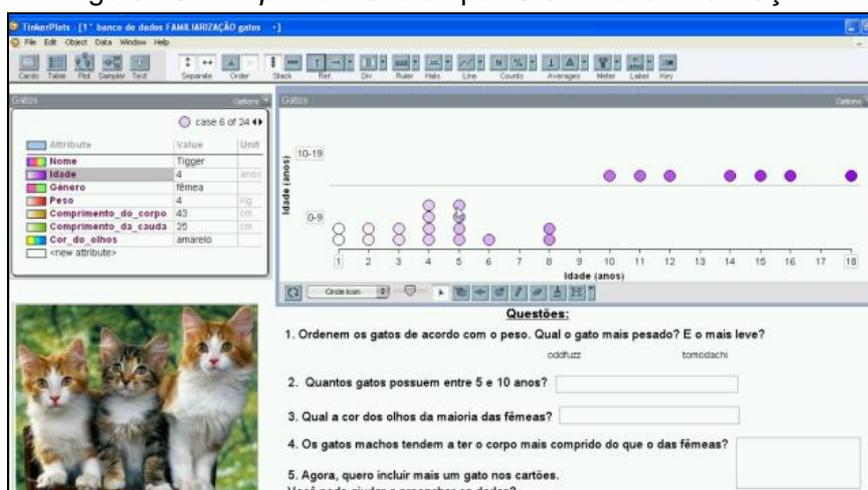
Figura 17: Visualização gerada com o uso das ferramentas *dividers* e *count* na etapa de familiarização.



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

Uma estratégia utilizada pela dupla **02** (formada por **G** e **E**) na resolução do segundo problema consistiu em arrastar a variável do problema para o *plot*, em seguida arrastar os ícones para a direita, criando com isso um *dot plot* (ver exemplo na Figura 18). Em seguida eles contam os ícones situados no intervalos 5 e 10.

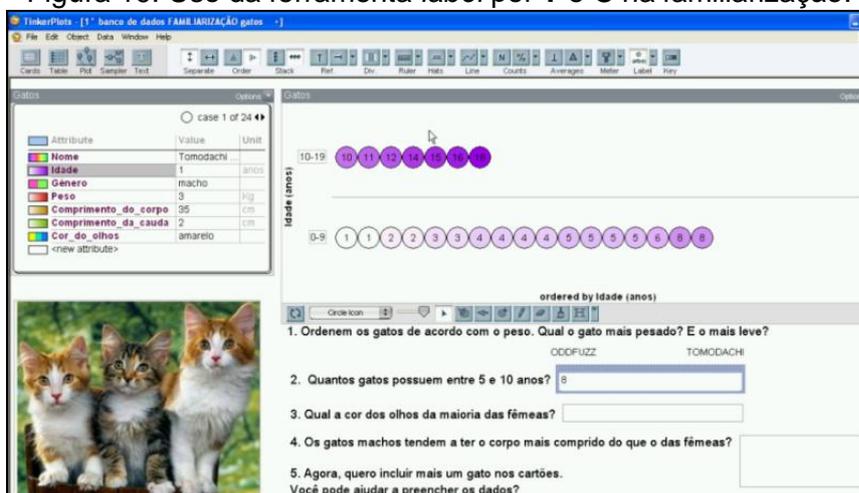
Figura 18: *Dot plot* construído por G e E na familiarização.



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

A dupla 06 composta por **T** e **C**, também realiza a contagem dos ícones entre os valores solicitados no problema, mas utilizam como estratégia, arrastar a variável para o *plot*, ordenar e empilhar os ícones e por fim utilizar a ferramenta *label*, que apresenta o valor de cada caso no ícone correspondente (Figura 19).

Figura 19: Uso da ferramenta *label* por **T** e **C** na familiarização.

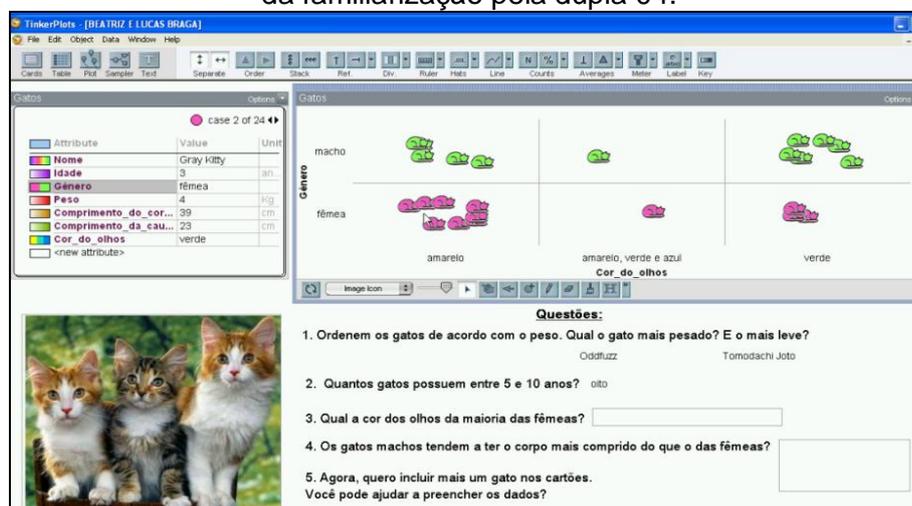


Fonte: Dados da pesquisa (2013)

O terceiro problema da familiarização envolvia duas variáveis qualitativas: *Qual a cor dos olhos da maioria das fêmeas?* Nesse problema todas as duplas identificaram rapidamente as variáveis envolvidas (cor dos olhos e gênero), arrastando-as para o *plot*, conforme pode ser visto na Figura 20 que segue e que

apresenta a forma de abordagem do problema pela dupla 04, composta por **L. B.** e **B.**

Figura 20: Exemplo de gráfico criado na resolução do problema 3 da familiarização pela dupla 04.



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

Podemos perceber que os estudantes respondem ao problema baseados nos aspectos visuais, observando onde se localiza a maior quantidade de ícones.

No quarto problema do banco de dados Gatos que envolve a análise da tendência dos dados, os estudantes passaram mais tempo observando os gráficos construídos.

A observação da quantidade de ícones concentrados nos grupos gerados ou da cor dos ícones, foram as estratégias utilizadas para a resolução desse problema na etapa de familiarização. Os extratos de fala e a Figura 21 que seguem exemplificam essas estratégias.

Sujeitos: L e P

Problema: Os gatos machos tendem a ter o corpo mais comprido do que o das fêmeas?

L: Maior

P: Maior? Então, os gatos machos tendem a ter o comprimento do corpo maior do que o das fêmeas?

L: sim

P: Sim

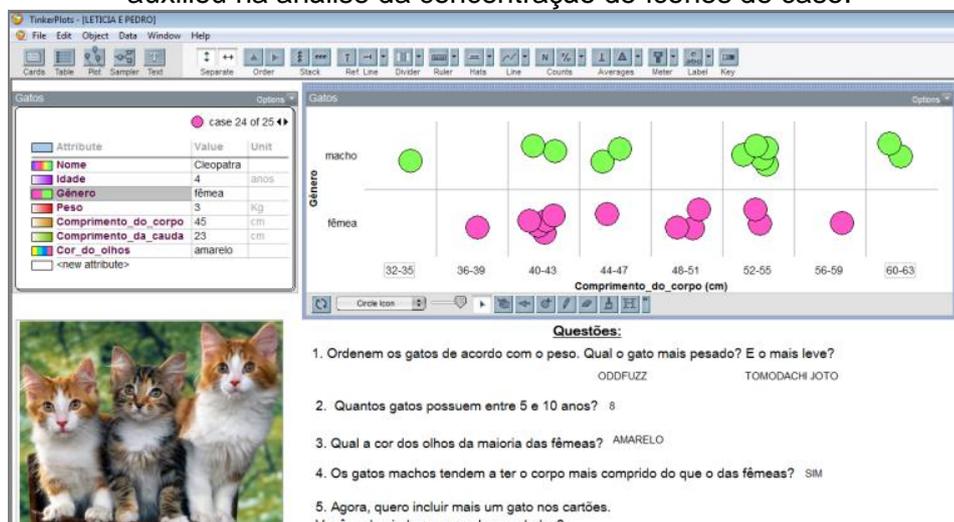
P: Mas como vocês descobriram?

P: é que tem mais entre 40 e 43 e aqui não tem nenhum

(fêmeas entre 60 e 63).

P: E aqui tem mais (machos entre 52 e 55).

Figura 21: Gráfico criado pela dupla L e P no *TinkerPlots* que auxiliou na análise da concentração de ícones de caso.



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

O quinto e último problema da familiarização envolvia a criação de um novo caso: *Agora, quero incluir mais um gato nos cartões. Vocês podem ajudar a preencher os dados?*

Nesse momento da familiarização os estudantes se mostraram mobilizados e entre as duplas, a troca de ideias e as negociações foram favorecidas.

Uma importante estratégia apresentada pelas duplas ou apontada pela pesquisadora para esclarecer as dúvidas dos estudantes, foi a análise e comparação dos dados dos casos anteriores, para assim, atribuir valores para o novo caso. Nesse sentido, em alguns momentos buscava-se inserir dados dentro da média dos outros casos, ou valores discrepantes (*outliers*).

Ao final, as duplas eram estimuladas a visualizar o novo caso no conjunto dos dados, e assim podiam inserir livremente variáveis no *plot* e/ou escolher diversos tipos de gráficos.

De forma geral, na etapa de familiarização os participantes não tiveram dificuldade em resolver os problemas propostos. Eles demonstraram muito interesse diante das perguntas dos bancos de dados. Ao mesmo tempo em que a pesquisadora contextualizava os dados, eles rapidamente liam os problemas e

buscavam com autonomia uma forma de respondê-los, manipulando as variáveis e modificando alguns intervalos numéricos dos eixos e as suas representações.

Assim, na familiarização os alunos exploraram o *software* com entusiasmo e curiosidade, e além dos aspectos já citados anteriormente, outros ainda se mostraram importantes, como a possibilidade de criação de diferentes tipos de gráficos e a exploração de outros conceitos matemáticos.

Nas questões resolvidas pelas duplas podemos depreender que a partir de apenas uma sessão de familiarização, os participantes conseguiram criar rapidamente estratégias para responder aos desafios. Essa constatação aponta para a importância dessa etapa no nosso *design* metodológico.

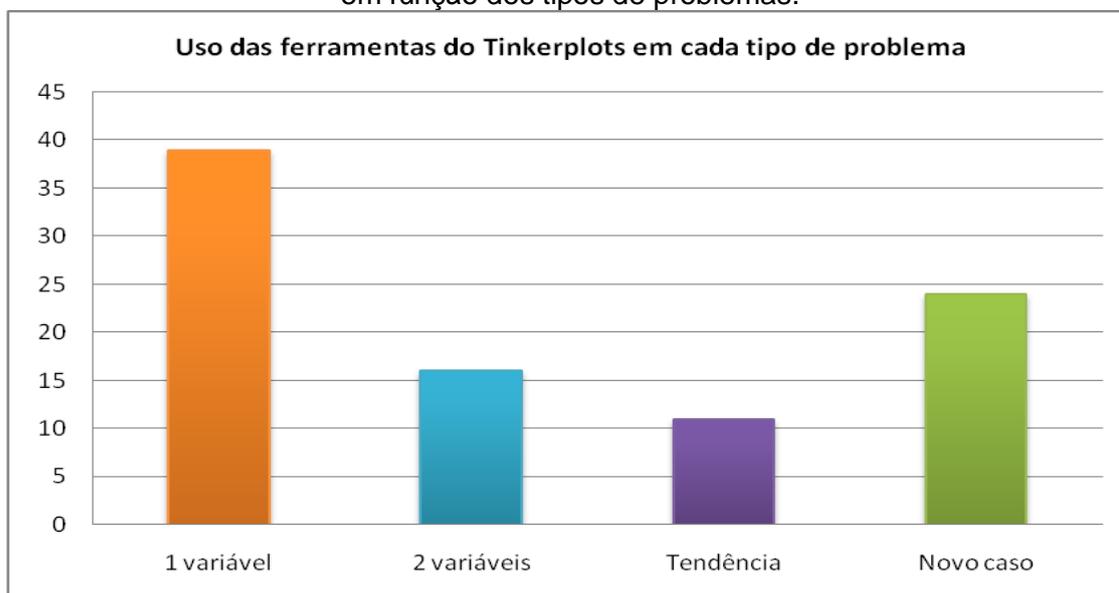
5.4 Interpretação de gráficos com o *software TinkerPlots*

Após o primeiro contato com o *TinkerPlots* através da familiarização, no dia posterior, os estudantes vivenciaram uma etapa de interpretação de problemas sobre gráficos estatísticos com o *TinkerPlots*. Apresentaremos a seguir, os resultados dessa etapa, analisando inicialmente as ferramentas utilizadas pelos estudantes em função dos tipos de problemas e, em seguida, as estratégias apresentadas por eles na resolução dos problemas.

5.4.1 Uso das ferramentas do *TinkerPlots* por tipo de problema

Iniciaremos a análise do uso das ferramentas do *TinkerPlots*, apresentando na Figura 22, a frequência com que cada ferramenta foi utilizada a partir de cada tipo de problema. A partir dos dados codificados no *Nvivo 9*, construímos um gráfico utilizando o *Microsoft Office*.

Figura 22: Gráfico sobre a frequência de uso das ferramentas do *TinkerPlots* em função dos tipos de problemas.



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

Observa-se no gráfico da Figura 22, que no problema de uma variável, os estudantes fizeram uso de um maior número de ferramentas. Como esses problemas foram os primeiros a serem apresentados aos estudantes nos dois bancos de dados, em algumas situações essa frequência de uso se deu pelo fato de os estudantes estarem relembrando as funções de cada ferramenta apresentada na familiarização.

A frequência de uso das ferramentas do *TinkerPlots* é mais discreta nos problemas de duas variáveis e de tendência. Isso pode estar relacionado ao fato de que nessas situações os estudantes dedicaram maior parte do tempo à análise e observação dos dados, mais do que manipulando as ferramentas.

Nos problemas de criação de novos casos, observamos que os estudantes exploraram ferramentas diferentes daquelas utilizadas nos demais tipos de problemas, principalmente as ferramentas do menu *icon type*, que altera o tipo de visualização dos ícones.

A seguir, analisaremos detalhadamente o uso das ferramentas. Cada tipo de problema será tratado separadamente considerando a frequência de uso, as características das ferramentas e as suas implicações nas estratégias desenvolvidas pelos estudantes.

5.4.1.1 Problema 1- Uma variável

Como mencionado no Quadro 3 (p. 69), problemas de uma variável fizeram parte de todos os bancos de dados. Nessa análise, vamos nos deter nas ferramentas mais usadas pelos estudantes para resolver esse tipo de problema.

Pudemos observar que no banco de dados Dinossauros, os estudantes necessitaram de um número reduzido de ferramentas para chegar à resposta. Foi observado o uso das ferramentas *label*, seguida de *stack* e *order*.

Percebemos que nesse tipo de problema no banco de dados Dinossauros a primeira visualização dos casos gerada pela ação de arrastar a variável foi suficiente para os estudantes resolverem o problema. Nesse sentido, o uso de ferramentas diversificadas do *software* não foi tão explorado.

No banco de dados Planetas por sua vez, outras ferramentas foram utilizadas pelos estudantes. Diante do problema “*Ordenem os planetas com relação a sua massa*”, a ação de arrastar a variável não foi suficiente para que os estudantes chegassem a uma resposta, pois mesmo sendo um problema descrito como sendo de uma variável, mostrou-se de uma complexidade maior.

Mesmo não sendo requerido do estudante o uso do atributo Nome, os estudantes trabalharam com os nomes dos planetas, relacionando-os a sua massa. Talvez por conhecerem os planetas, não foi suficiente para eles apenas arrastar a variável massa para o *plot*, eles precisaram visualizar os nomes dos planetas.

O *NVivo 9* foi muito útil nessa etapa de análise para a codificação da frequência de uso das ferramentas neste tipo de problema. A Figura 23 apresenta um gráfico com as ferramentas do *TinkerPlots* usadas pelas duplas nesse tipo de problema para os dois bancos de dados, gerado no *Microsoft Office*.

Figura 23: Gráfico representando a frequência de uso de ferramentas no problema 1.

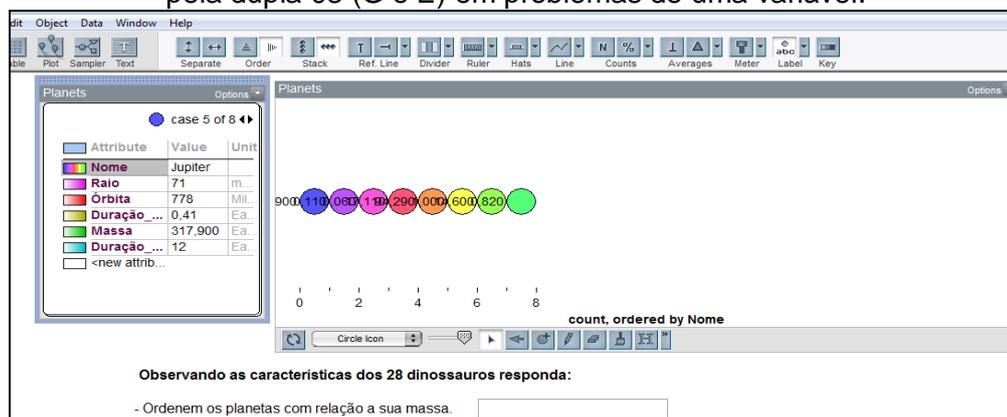


Fonte: Dados da pesquisa (2013)

Assim, observamos que dentre as ferramentas mais utilizadas pelos estudantes no problema de uma variável estão: *label* (que apresenta o valor ou nome de cada caso junto a cada ícone de caso); *order* (que ordena casos por seus valores de atributos, vertical ou horizontalmente); *stack* (que empilha os ícones de casos vertical ou horizontalmente) e *mix up*.

Em algumas situações as ferramentas, *label*, *order* e *stack*, eram utilizadas de forma combinada. Por exemplo, quando os estudantes arrastavam a variável massa para o *plot*, usavam *order*, e em seguida clicavam em *stack*. Por fim, para saber o nome de cada planeta na ordem que ocupavam, usavam *Label*. A Figura 24 apresenta um exemplo de uso integrado dessas três ferramentas nos problemas de uma variável.

Figura 24: Exemplo de uso integrado das ferramentas Label, Order e Stack pela dupla 03 (G e E) em problemas de uma variável.



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

Na Figura 24, observamos que ao utilizar as três ferramentas no mesmo gráfico, obtêm-se os ícones empilhados horizontalmente, ficando os casos de menor e maior valor, nas extremidades.

Com relação ao uso do *stack*, não se pode empilhar para duas direções (horizontal e vertical simultaneamente), assim, se os ícones são empilhados horizontalmente, o *stack* vertical é desativado. Sempre que a quantidade de casos permite, o *TinkerPlots* empilha os ícones em uma única coluna ou linha, e por padrão, eles são empilhados aleatoriamente.

Ao utilizar *order*, os ícones dos casos ficam organizados em ordem crescente para variáveis quantitativas. O *TinkerPlots* fornece ainda a possibilidade de organização em ordem decrescente, mantendo a tecla *Alt* pressionada. Para variáveis qualitativas os casos são ordenados alfabeticamente pelo valor dos atributos (Exemplo: para ordenar a série dos estudantes, podem-se usar palavras como ano um, ano dois, ano três).

Dessa forma, no banco de dados Planeta, ordenar os ícones e em seguida empilhá-los de acordo com os valores de uma variável quantitativa (no caso, massa dos planetas), foi importante para gerar um gráfico simples, suficiente para a resolução do problema proposto.

No entanto, nem sempre os estudantes lembravam quais eram as ferramentas necessárias para esse tipo de visualização (ícones empilhados com a ferramenta *stack*) e remetiam a sua construção para as situações vivenciadas na etapa de familiarização. Nessas ocasiões costumavam perguntar como fazer, recebendo orientações da pesquisadora.

Apenas para a dupla 04 (**L.B** e **B**), o uso da ferramenta *label*, parece ter sido suficiente para identificar a massa de cada planeta. Na leitura dos dados, os estudantes conseguiram identificar a ordem dos planetas seguindo os valores apresentados em cada ícone e o nome dos planetas também inserido na representação. A Figura 25 apresenta a visualização gerada por essa dupla:

Figura 25: Exemplo de gráfico com a ferramenta *Label* ativada pela dupla 4 (L.B e B) na resolução do problema 1.



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

Assim, a resolução desse tipo de problema no banco de dados Dinossauros foi mais simples do que no banco de dados Planetas, visto que neste último, era necessário ainda, ordenar os casos. Dessa forma, propor problemas de uma variável com um grau crescente de dificuldades é uma possibilidade efetiva no *TinkerPlots*.

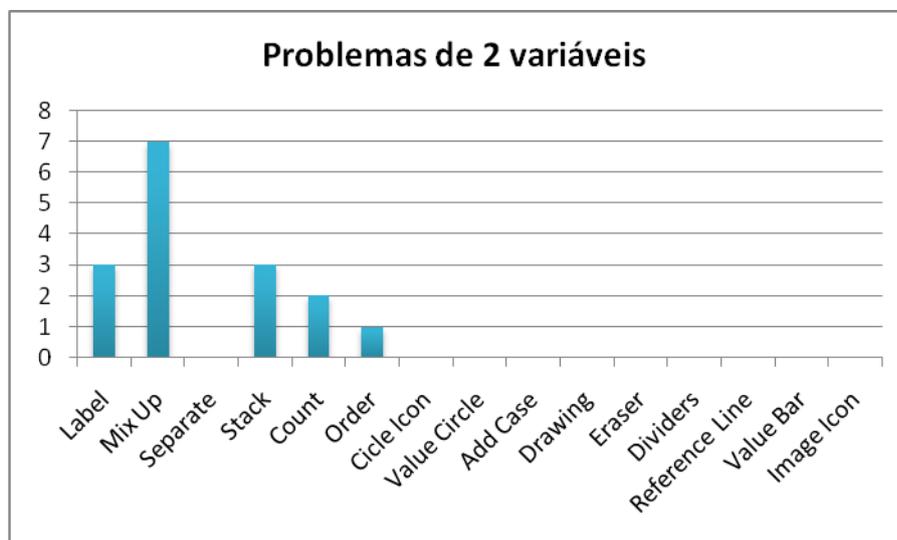
Podemos concluir que propor a resolução de problemas de uma variável pode envolver diferentes níveis de dificuldades, dependendo do banco de dados utilizado e das situações propostas.

5.4.1.2 Problema 2 – Duas variáveis

Nos problemas de duas variáveis buscava-se que os estudantes analisassem a relação entre duas variáveis em um conjunto de dados. Nos dois bancos de dados (Dinossauros e Planetas) os estudantes resolveram problemas envolvendo sempre uma variável qualitativa e uma quantitativa.

A Figura 26 apresenta o gráfico sobre a frequência de uso das ferramentas em problemas de duas variáveis.

Figura 26: Gráfico representando a frequência de uso de ferramentas em problemas de duas variáveis.



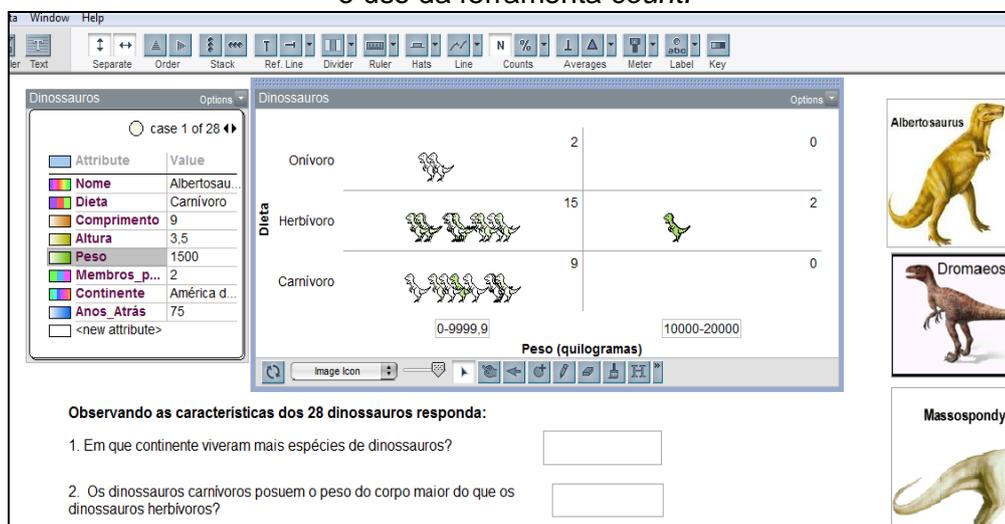
Fonte: Dados da pesquisa (2013)

Com relação ao gráfico da Figura 26, observamos neste tipo de problema, um uso mais intenso da ferramenta *mix up* antes de os estudantes inserirem as variáveis (quando concluíram o problema anterior). Localizada na barra de ferramentas na parte inferior do *plot*, *mix up* permite remover todos os itens inseridos no *plot* e começar tudo novamente, voltando ao estado inicial com os ícones arranjados aleatoriamente. Este estado inicial aleatório é um padrão de organização dos ícones no *TinkerPlots*.

O uso dessa ferramenta é importante quando se passa de um problema para o outro evitando que variáveis de outros problemas continuem sendo visualizadas, pois se isso acontece, pode causar confusões e equívocos nas respostas.

As duplas 05 (**LR** e **T**) e 06 (**T** e **C**) usaram ainda a ferramenta *count*, que apresenta o número (ou porcentagem) de casos dentro de cada seção de um gráfico (ver Figura 27).

Figura 27: Gráfico criado pelas duplas 05 e 06 que exemplifica o uso da ferramenta *count*.



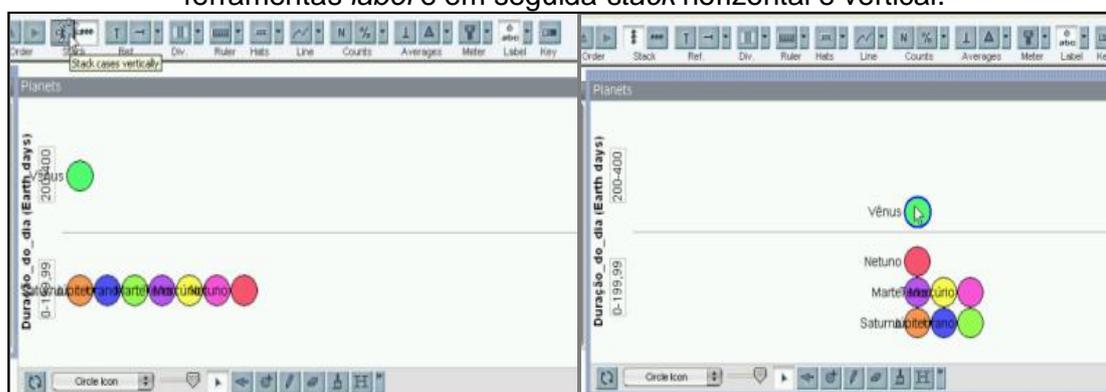
Fonte: Dados da pesquisa (2013)

Com relação ao gráfico criado a partir na organização das variáveis nos eixos, o uso do *count* proporciona a produção de uma representação simples para os dados, visto que não foram requeridas muitas etapas para produzi-lo.

As duplas 01 (A e R) e 02 (G e E) ampliam o uso das ferramentas nesse tipo de problema, ao fazerem uma combinação de mais de uma delas até chegar em uma visualização eficiente para os ícones, e chegar a uma solução para o problema.

No banco de dados Planetas, a dupla 01 (A e R) utiliza as ferramentas *label* e *stack* horizontal e vertical (Figura 28), gerando novos gráficos.

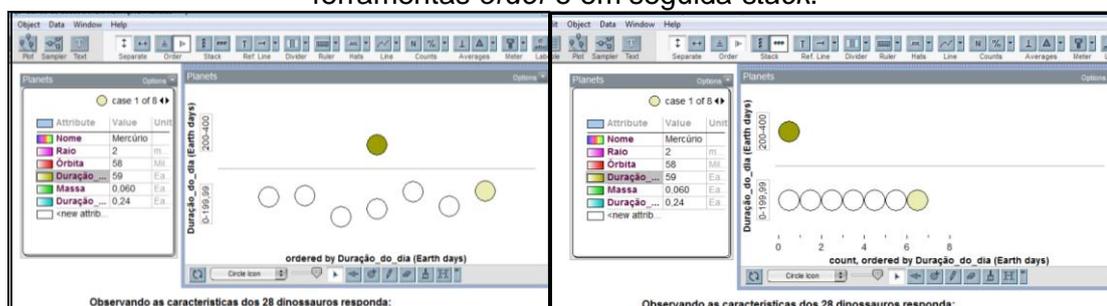
Figura 28: Exemplos de gráficos gerado pela dupla 01, a partir do uso das ferramentas *label* e em seguida *stack* horizontal e vertical.



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

A dupla **02 (G e E)**, explorou as ferramentas *order* e *stack*, conforme demonstra a Figura 29 abaixo:

Figura 29: Demonstração das visualizações geradas pela dupla 02, a partir do uso das ferramentas *order* e em seguida *stack*.



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

Para gerar o gráfico da Figura 29, a dupla 02 arrasta a variável para o eixo vertical no *plot*, clica em ordenar e em seguida, empilhar. Com isso, é evidenciado no gráfico o ícone de caso mais escuro. Ao clicar no ícone de cor mais escura e isolado em um dos intervalos da escala, a dupla observa o nome do planeta nos cartões e resolve o problema.

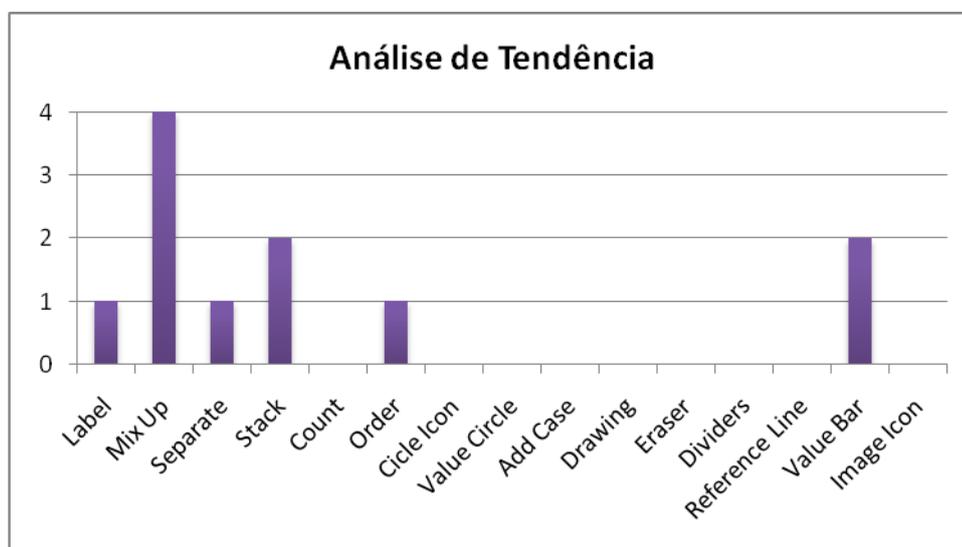
Em suma, nos problemas de duas variáveis não foi apresentado um amplo uso de ferramentas, podendo esse aspecto ser observado na Figura 26 (p. 111) que demonstra um número reduzido de explorações neste tipo de problema. No entanto, algumas duplas apresentaram o uso combinado de ferramentas, estratégia fundamental nos problemas de tendência, como será mais bem explicitado na próxima seção.

Concluimos assim, que a baixa frequência de uso nos problemas de duas variáveis esteve relacionada ao fato de que esses problemas foram facilmente resolvidos pelos estudantes a partir das primeiras visualizações geradas com os dados.

5.4.1.3 Problema 3- Analisando tendência

A partir do resultado do gráfico da Figura 30, podemos observar as ferramentas utilizadas na resolução dos problemas sobre análise de tendência.

Figura 30: Gráfico representando a frequência de uso de ferramentas em problemas de tendência.



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

De acordo com o gráfico da Figura 30, assim como no problema de duas variáveis, a ferramenta mais utilizada neste tipo de problema foi *mix up*, utilizada pelas duplas para iniciar a resolução dos problemas de tendência novamente com os ícones organizados aleatoriamente. Em seguida, os estudantes arrastavam as variáveis envolvidas no problema e iniciava-se um processo de análise que contou com a intervenção da pesquisadora propondo estratégias, como será demonstrado posteriormente.

No banco de dados Dinossauros, com a ajuda dos recursos do *TinkerPlots*, os estudantes analisaram se ao longo dos anos, os dinossauros ficaram mais altos, mais baixos ou do mesmo tamanho. Esse tipo de problema requereu dos estudantes a utilização de diferentes estratégias para chegar a uma conclusão, constituindo-se como um dos mais difíceis de serem resolvidos.

A dupla **01 (A e R)**, utilizou outras ferramentas como *order*, *stack* e *separate*, durante a análise dos dados para esse problema, como podemos observar no extrato de fala e na Figura 31:

Sujeitos: A e R

Problema: Ao longo dos anos, os dinossauros ficaram mais altos, mais baixos ou do mesmo tamanho?

R: Espera um minuto

(clica em *Stack*)

R: Como é que deixa eles bem um do lado do outro?

P: É assim mesmo, mas tem que deixá-los na mesma linha.

(R. desmarca o *separate* e clica em *order*).

R: de forma geral, ou alguns?

P: De forma geral.

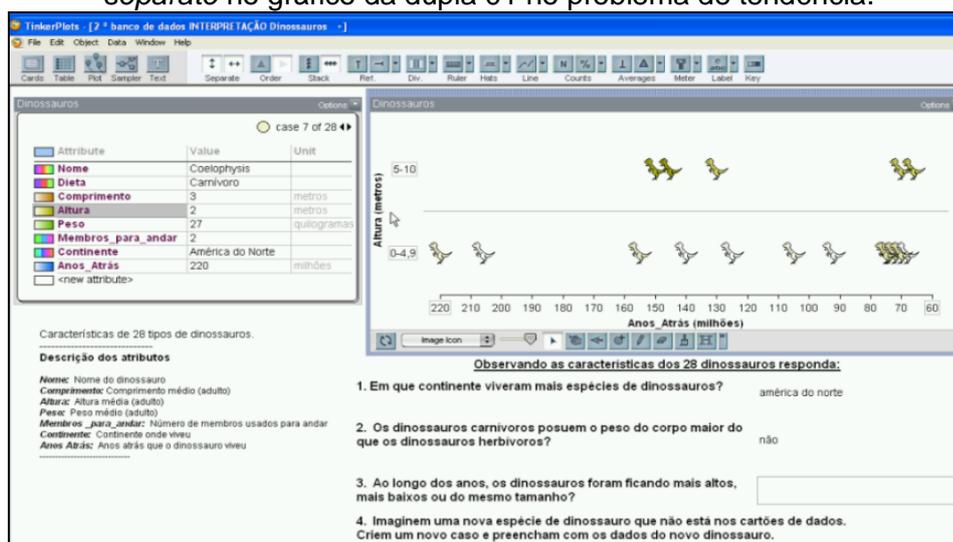
R: não tô entendendo mais nada. Como é o tamanho?

A: pela cor.

Pesquisador: Isso, pela cor.

A: ah tá! Então foram ficando mais altos.

Figura 31: Exemplo de gráfico gerado com o uso das ferramentas *order*, *stack* e *separate* no gráfico da dupla 01 no problema de tendência.



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

No extrato de fala da dupla 01 (A e R), observamos que após combinarem as ferramentas e gerar um gráfico, os estudantes iniciam sua análise. Associando a cor dos ícones de caso à variável altura, os estudantes concluem “então foram ficando mais altos”. A função do gradiente, indicando através da cor o valor relacionado a cada ícone, foi evidenciada nesse momento.

Assim, a combinação das ferramentas configura-se como um aspecto interessante do uso feito pelos participantes ao resolverem os problemas, como discutido anteriormente.

Segundo Konold (2007), essa capacidade de combinar as ferramentas no *TinkerPlots* implica em sua complexidade e potencial. No processo de produção do *TinkerPlots*, as ferramentas *separate*, *order* e *stack*, foram escolhidas depois da observação de como os estudantes organizavam dados sobre uma mesa, apresentados como uma coleção de cartões contendo informações sobre cada um dos casos. Em seguida, pensou-se em como aplicar estes procedimentos no *software*.

No caso da nossa pesquisa, ao se depararem com o problema de análise de tendência, os estudantes podem combinar ferramentas e tecer relações entre as variáveis, ação que favoreceu o estabelecimento dessas relações.

Vale salientar que ao utilizar ferramentas como *stack* e *order*, o *separate* é ativado automaticamente. Com esta ferramenta ativada os ícones de casos são separados em grupos de acordo com os valores da variável em questão, além disso, o *software* adiciona linhas entre os grupos formados e rótulos para indicar o significado de cada grupo. Em nossa pesquisa não consideramos o uso do *separate* quando o mesmo é ativado automaticamente, mas apenas quando o participante o utiliza intencionalmente, como explicitado no extrato de fala anterior.

Além das ferramentas *separate*, *order* e *stack* já discutidas, dois participantes (**C e T**) apontam também o uso de ferramentas do menu *icon type*, como *value bar* e *image icon*.

Nesses problemas de tendência, a dupla 06 (**C e T**) construiu gráficos a partir do uso do menu *icon type*, utilizando *value bar horizontal*. Essa dupla produziu gráficos diferentes daqueles produzidos pelas demais duplas para o problema de tendência (ver extrato de fala a seguir).

Sujeitos: C e T

Problema: Façam um gráfico para investigar a distância dos planetas até o sol (órbita) relacionada ao tempo de duração do ano em cada planeta. Planetas com órbitas maiores tendem a ter anos maiores?

C: Façam um gráfico...é pra fazer um gráfico?

P: Criar um representação como as que já fizeram, que pode ser de vários tipos.

T: Eu tive uma ideia. Coloca *value bar horizontal*. Aí coloca todos os planetas.

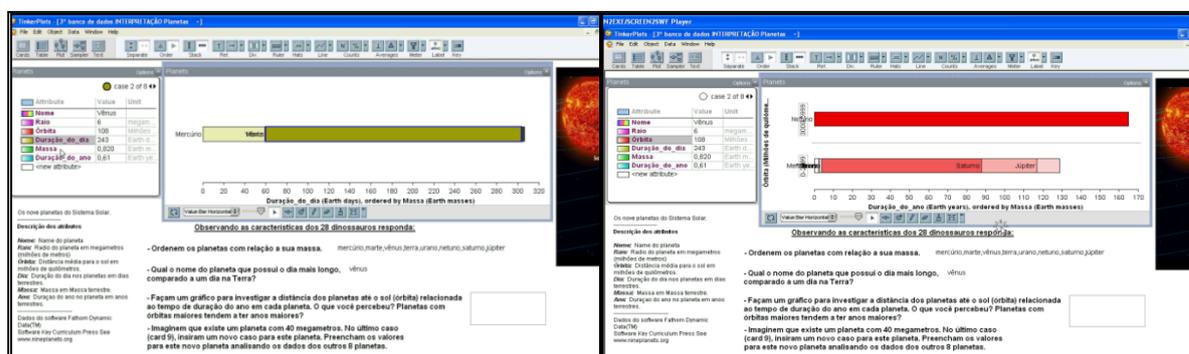
C: O nome?

T: Todos os planetas e coloca *value bar horizontal* e aqui coloca massa.

P: Vejam o que está sendo pedido, a órbita e a duração do ano.
T: Ah! Duração do ano...e órbita...(arrastando as variáveis para o gráfico)
T: Agora aumenta mais (referindo-se à ampliar a janela do plot)
T: Não pra cá pra ficar maior. (aumentam a janela pra baixo, depois para o lado)
T: Planetas com órbitas maiores tendem a ter anos maiores?...saturno, júpiter e netuno, e aqui são os menores...
C: O que é que tá perguntando?
P: Planetas com órbitas maiores tendem a ter anos maiores?
C: Ah! É sim.

Neste caso especificamente, acreditamos que ao ler o problema os estudantes remetem aos gráficos tradicionais, pois a partir das ferramentas utilizadas, produzem gráficos que se assemelham aos gráficos de barras, conforme exemplifica a Figura 32.

Figura 32: Exemplo de uso da ferramenta *value bar* pela dupla 06 no problema de tendência sobre planetas.



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

Podemos concluir que nos problemas de análise de tendência os estudantes apresentam como importante estratégia o uso combinado de ferramentas. Os gráficos gerados, em geral, eram suficientes para chegar à solução para o problema. No entanto, requeriam maior tempo de análise por parte dos estudantes.

5.4.1.4 Problema 4 – Criando um novo caso

No último problema dos bancos de dados, os estudantes tinham como desafio adicionar um novo caso imaginário (um planeta ou um dinossauro), ao conjunto de dados já existente.

Nos problemas desse tipo, a criação de um caso representou uma atividade que mobilizava os estudantes e os deixavam mais engajados. Assim, na etapa de interpretação usaram com autonomia a estratégia de recorrer aos demais casos, que foi sugerida pelo pesquisador na etapa de familiarização (ver discussão específica sobre a familiarização na p. 99).

A Figura 33 apresenta as ferramentas do *TinkerPlots* utilizadas pelos estudantes para resolver este tipo de problema.

Figura 33: Gráfico sobre a frequência de uso de ferramentas em problemas de criação de novos casos.



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

Para adicionar um novo caso, os estudantes poderiam recorrer ao cartão de dados (*cards*) ou à ferramenta específica do *plot*. No cartão de dados, precisariam utilizar as setas no topo do cartão e ir até o último caso. No *plot* eles poderiam utilizar *add case* situada na barra de ferramentas inferior do *plot*.

Assim, nesse tipo de problema, para criar o novo caso os estudantes poderiam seguir um desses dois caminhos apontados, não necessitando fazer uso de outras ferramentas.

Diante destas possibilidades, apenas duas duplas utilizaram a ferramenta *add case* enquanto as demais (4 duplas) recorreram aos *cards*. Esta foi uma tendência geral nos dois bancos de dados, podendo ser explicada pela orientação contida no

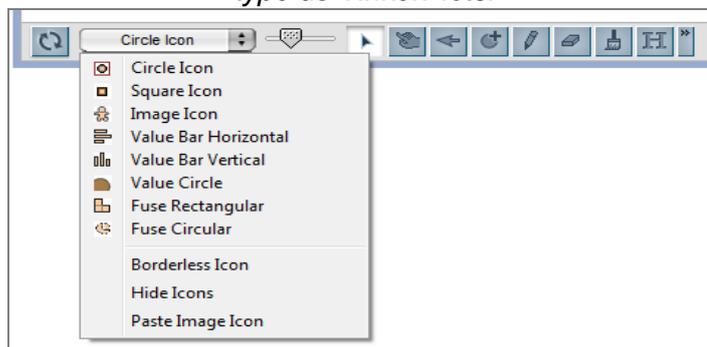
problema (*Vá até o último caso e preencha com os dados do novo dinossauro*) para a criação do novo caso, qual seja a de ir até o último caso, nos *cards*.

A dupla 02 (**G** e **E**), usou a ferramenta *add case* nos dois bancos de dados, e a dupla 03 (**L** e **P**), apenas no primeiro banco de dados. A diferença entre uma forma ou outra parece estar apenas na praticidade na criação do caso proporcionada pela ferramenta *add case*, por direcionar o estudante diretamente ao cartão em branco a ser preenchido.

Após esta etapa de inserção no banco de dados dos valores para o novo caso, os estudantes exploraram outras ferramentas para visualizar ou destacar o ícone que representava o novo caso criado.

Para isso foram utilizadas ferramentas relacionadas ao menu *icon type* (Figura 34) na barra inferior do *plot*, apresentando um conjunto de tipos de ícones, que vão além do ícone circular padrão.

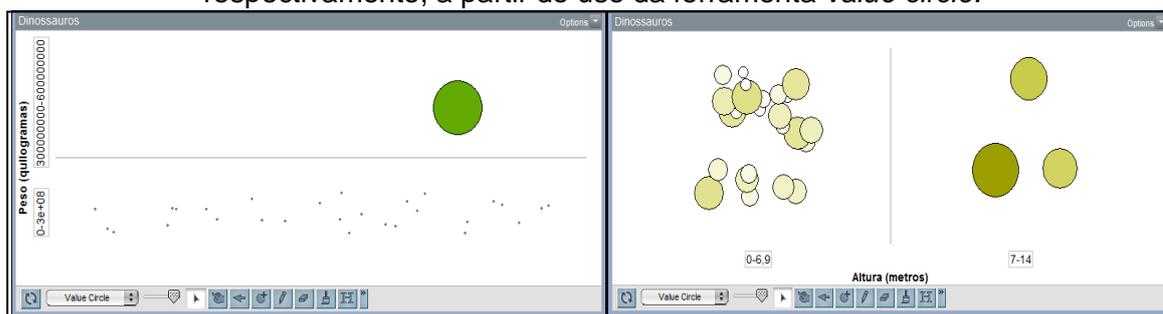
Figura 34: Menu da barra de ferramenta *icon type* do *TinkerPlots*.



Fonte: *TinkerPlots* 2.0 (2013)

As duplas 01 (**A** e **R**) e 03 (**L** e **P**), utilizaram ferramentas do menu *icon type* nos dois bancos de dados selecionando diversas representações para visualizar o novo caso criado no conjunto dos dados a partir da exploração de ferramentas abordadas na familiarização. Estes estudantes ficaram bastante entusiasmados com o destaque dado ao ícone do novo caso pela ferramenta *value circle*, conforme demonstram representações da Figura 35:

Figura 35: Representações criadas pela dupla 01 (A e R), e pela dupla 03 (L e P) respectivamente, a partir do uso da ferramenta *value circle*.

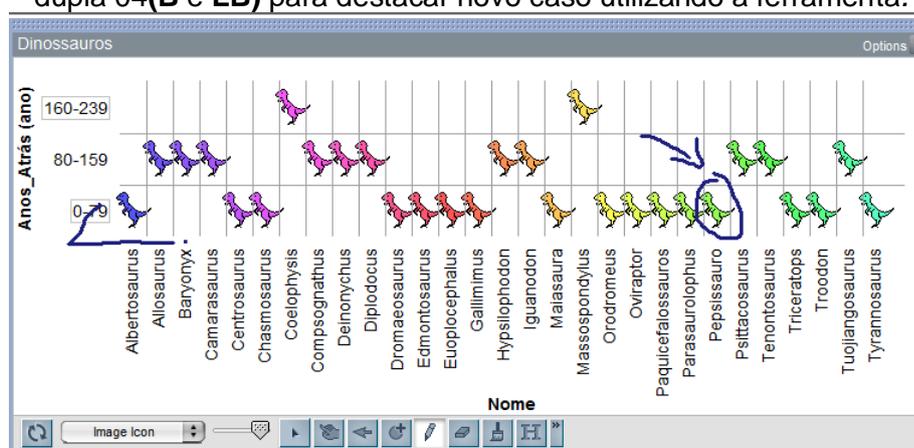


Fonte: Dados da pesquisa (2013)

Com a ferramenta *value circle*, cada ícone de caso que representa uma variável quantitativa é exibido no *plot* como um círculo, cujo tamanho é proporcional ao seu valor numérico. O uso desta ferramenta demonstra um interesse das duplas pela criação de casos, atribuindo valores muito acima ou abaixo da média dos demais casos.

A dupla 04 (LB e B) prefere destacar o ícone do novo caso (Figura 36), com a ferramenta de desenho (*drawing tool*) da barra inferior do *plot*. Esta ferramenta pode ser utilizada para chamar a atenção para partes específicas do gráfico, para mostrar uma tendência, ou para personalizá-lo. Ao utilizá-la o cursor transforma-se em um lápis. Por fim, a dupla utiliza a ferramenta *eraser*, para apagar os registros feitos.

Figura 36: Demonstração do uso da ferramenta *Drawing* pela dupla 04(B e LB) para destacar novo caso utilizando a ferramenta.



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

A partir do levantamento realizado, constatamos que as ferramentas foram utilizadas de maneiras diversificadas pelos estudantes como forma de auxiliar a reflexão sobre os dados estatísticos.

Nesse sentido Asseker (2012), aponta que as ferramentas utilizadas pelos participantes da sua pesquisa possibilitaram a reflexão sobre as conclusões que iam sendo construídas progressivamente, oferecendo indícios para a observação de diferentes elementos do gráfico, quais sejam a escala: o ponto máximo ou as cores mais fortes. Esses indícios contribuíram para uma interpretação mais ampliada e aprofundada dos dados.

Em nosso estudo, pudemos identificar uma relação entre a intensidade dos usos das ferramentas e o tipo de problema apresentado aos participantes. Assim, os usos variaram de acordo com o tipo de problema proposto.

Assim, podemos constatar que nos problemas de duas variáveis, por exemplo, há a necessidade de poucas ferramentas exploradas. Por outro lado problemas de análise de tendência requerem a análise de diferentes relações entre as variáveis, o que pode ser favorecida pela combinação de ferramentas.

Nos problemas de criação de novos casos os estudantes utilizaram ferramentas diferentes daquelas utilizadas nos demais problemas, especialmente ferramentas relacionadas ao tipo de gráfico, utilizadas para visualizar os novos casos criados.

Dessa forma, acreditamos que a quantidade e a forma como são utilizadas as ferramentas do *TinkerPlots*, estão atreladas ao tipo de problema apresentado aos alunos, ou seja, alguns problemas requerem estratégias mais elaboradas de resolução e a combinação de diferentes ferramentas, enquanto outros tipos, permitem uma resolução fundamentada em gráficos mais simples, e portanto, ancorada em um uso reduzido de ferramentas.

5.5 Análise das estratégias por tipos de problemas

A partir das sessões de interpretações dos problemas pelos estudantes foi possível identificar além das ferramentas utilizadas, quais as estratégias relacionadas à interpretação de gráficos utilizando os recursos do *TinkerPlots*. No Quadro 13 elencamos as estratégias em cada banco de dados e para cada tipo de

problema, para em seguida analisarmos mais detalhadamente aquelas mais utilizadas pelas duplas.

Quadro 13: Estratégias apresentadas pelos estudantes em cada tipo de problema e para cada banco de dados

Problemas	Estratégias	
	Banco de dados DINOSSAUROS	Banco de dados PLANETAS
1 variável	<ol style="list-style-type: none"> 1. Depois de ler o problema, identifica a variável envolvida; 2. Arrasta variável dos <i>cards</i> para o <i>plot</i> (no eixo vertical ou horizontal); 3. Arrasta um ícone de caso para a direita, modificando a escala (intervalar ou numérica); 4. Clica em cada ícone de caso e observa os valores nos <i>cards</i>. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Depois de ler o problema, identifica a variável envolvida; 2. Arrasta a variável dos <i>cards</i> para o <i>plot</i> (no eixo vertical ou horizontal); 3. Arrasta um ícone de caso para a direita, modificando a escala (intervalar ou numérica); 4. Clica em cada ícone de caso e observa os valores nos <i>cards</i>; 5. Analisa valores de casos através dos intervalos na escala; 6. Aponta no <i>plot</i> ícones de cor mais escura (observa gradiente); 7. Inverte as variáveis nos eixos (horizontal e vertical); 8. Ordena a partir dos valores de cada ícone exibido em rótulos (uso do Label); 9. Solicita ajuda em relação à compreensão do problema.
2 variáveis	<ol style="list-style-type: none"> 1. Depois de ler o problema, identifica a variável envolvida; 2. Arrasta variável dos <i>cards</i> para o <i>plot</i> (no eixo vertical ou horizontal); 3. Arrasta um ícone de caso, modificando a escala (intervalar ou numérica); 4. Analisa valores de casos através dos intervalos na escala; 5. Aponta concentração de ícones de casos no <i>plot</i>. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Depois de ler o problema, identificar a variável envolvida; 2. Arrasta a variável dos <i>cards</i> para o <i>plot</i> (no eixo vertical ou horizontal); 3. Clica em cada ícone de caso e observa os valores nos <i>cards</i>; 4. Analisa valores de casos através dos intervalos na escala; 5. Aponta no <i>plot</i> ícones de cor mais escura (observa gradiente);
Análise de Tendência	<ol style="list-style-type: none"> 1. Depois de ler o problema, identifica a variável envolvida; 2. Arrasta a variável dos <i>cards</i> para o <i>plot</i> (no eixo vertical ou horizontal); 3. Arrasta um ícone de caso, modificando a escala (intervalar ou numérica); 4. Analisa valores de casos através dos intervalos na escala; 5. Aponta no <i>plot</i> ícones de cor mais escura (observa gradiente); 6. Solicita ajuda em relação a compreensão do problema; 7. Aponta uma tendência (crescimento ou decrescimento); 8. Reverte <i>endpoints</i> do eixo. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Depois de ler o problema, identifica a variável envolvida; 2. Arrasta a variável dos <i>cards</i> para o <i>plot</i> (no eixo vertical ou horizontal); 3. Arrasta um ícone de caso, modificando a escala (intervalar ou numérica); 4. Clica em cada ícone de caso e observa os valores nos <i>cards</i>; 5. Aponta no <i>plot</i> ícones de cor mais escura (observa gradiente); 6. Solicita ajuda em relação a compreensão do problema 7. Responde com base em conhecimentos prévios, sem criar o gráfico.
Criação de novo caso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Arrasta a variável dos <i>cards</i> para o <i>plot</i> (no eixo vertical ou horizontal); 2. Analisa valores em outros casos arrastando a variável para o gráfico; 3. Analisa valores de casos através dos intervalos na escala; 4. Analisa valores em outros casos, consultando os cartões; 5. Atribui valores discrepantes da média -Interesse pela criação de <i>Outliers</i>; 6. Atribui valores próximos aos demais; 7. Destaca novo caso usando ferramentas de desenho no <i>plot</i>; 8. Insere novo caso usando LAST CARD; 9. Insere novo caso usando ADD CASE; 10. Localiza o novo caso criado (aponta ou clica no ícone); 11. Modifica a unidade de medida dos <i>cards</i>; 12. Observa imagens dos casos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Arrasta variável dos <i>cards</i> para o <i>plot</i> (no eixo vertical ou horizontal); 2. Analisa valores em outros casos arrastando a variável para o gráfico; 3. Analisa valores em outros casos, consultando os cartões; 4. Atribui valores discrepantes da média -Interesse pela criação de <i>Outliers</i>; 5. Atribui valores próximos aos demais casos; 6. Insere novo caso usando ADD CASE; 7. Insere novo caso usando LAST CARD; 8. Modifica unidade de medida dos <i>cards</i>; 9. Observa as imagens dos planetas; 10. Visualiza novo caso apenas clicando na variável nos <i>cards</i>.

Fonte: Dados da pesquisa (2013)

A partir das estratégias elencadas no Quadro 13, as organizamos em seis categorias:

- a) Identificação das variáveis, arrastando-as dos *cards* para o *plot*;
- b) Estratégia baseada na análise da escala;
- c) Análise baseada na cor dos ícones;
- d) Mediação e interação (pesquisador-estudante, estudante-estudante)
- e) Atribuição de valores e visualização de novo caso;
- f) Resposta com base em conhecimentos prévios.

a) Identificação das variáveis, arrastando-as dos *cards* para o *plot*.

A principal estratégia utilizada pelos estudantes, comum a todos os tipos de problemas, foi arrastar a variável envolvida no problema dos *cards* para o *plot*.

Nos problemas de 1 e 2 variáveis e análise de tendência, antes de arrastar as variáveis, os estudantes utilizaram como estratégia, identificar as variáveis envolvidas no problema. Assim, ao ler os problemas, eles apontavam verbalmente a(as) variável(s) com as quais iriam trabalhar. Isso foi importante, pois trabalhando em duplas, os estudantes compartilhavam suas hipóteses iniciais sobre do que se tratava o problema e podiam retificar possíveis equívocos dos colegas.

Os extratos de fala abaixo exemplificam a estratégia de citar as variáveis envolvidas ao ler o problema:

Sujeitos: L.B. e B

Problema: Os dinossauros carnívoros possuem o peso do corpo maior do que o dos herbívoros?

LB: Os dinossauros carnívoros possuem o peso do corpo maior do que o dos herbívoros?

LB: Peso...**(arrasta a variável peso para o eixo horizontal do gráfico)**

B: carnívoro....dieta.

Nas entrevistas, ao serem questionados sobre como resolviam os problemas, os estudantes apontam a estratégia de arrastar as variáveis para o *plot*, conforme apontam os extratos de fala abaixo:

Sujeitos: L, P e T.

Problema: Você conseguiu resolver os problemas? Como fez para resolvê-los?

L: Sim. É...é porque na pergunta tinha assim...Ele perguntava a duração do dia, aí eu ia na duração do dia e colocava do lado, e olhava as informações que ele queria e colocava do lado.

P: Arrastava e colocava um na vertical e na horizontal?

P: Sim. Quando eu lia a pergunta e já ia olhando aqui nos cartões pra pegar e colocar aqui, já ia clicando em como colocar, de ordenar as coisas.

Aqui: qual o nome do planeta... é o dia mais longo aí já ia passando aqui (*Cards*) e já ia pensando nessas coisas.

(Extrato de fala da entrevista com a Dupla 03, L e P).

T: Sim. Bem, eu ia para o gráfico e organizava ele, pra ver qual era o mais, qual era o menos, aí eu via no gráfico, arrastando... **(arrastando as variáveis).**

E também arrastando o gráfico mais para direita **(arrastar um ícone de caso para a direita modificando a escala numérica).**

(Extrato de fala da entrevista com a Dupla 06, T e C).

Um aspecto importante observado nessa categoria de estratégias (Identificação das variáveis, arrastando-as dos *cards* para o *plot*), é que houve uma priorização do eixo vertical pelos estudantes ao arrastar a primeira variável identificada no problema para o *plot*, para em seguida, arrastar a segunda variável para o eixo horizontal.

Watson e Donne (2009) levantam a hipótese de que esta preferência pelo eixo vertical, talvez esteja relacionado ao fato de os estudantes iniciarem a organização das variáveis no gráfico, pelo eixo mais próximo do cartão de dados. As autoras se surpreendem com este fato, pois as instruções iniciais dadas aos estudantes estavam baseadas no início pelo eixo horizontal ao arrastar as variáveis. Outro aspecto levantado pelas autoras indica que a possibilidade de optar pelo eixo vertical ou horizontal relaciona-se à flexibilidade que o *TinkerPlots* oferece aos estudantes na criação de suas representações nos *plots*.

b) Análise da escala

Ao longo da resolução de todos os problemas, os estudantes apresentaram estratégias relacionadas à escala do gráfico ao tratarem de variáveis quantitativas, seja com modificações na escala (numérica ou intervalar) ou com análises dos valores de casos por meio dos intervalos na escala.

Com relação às modificações na escala dos gráficos, no *TinkerPlots* elas são possíveis de três maneiras: arrastando as linhas que aparecem a partir do *separate*; alterando o intervalo do eixo; ou arrastando um ícone de caso no *plot*. Como veremos a seguir, os estudantes utilizaram com frequência essa última possibilidade.

No caso das análises da escala, algumas duplas realizaram uma observação dos intervalos e resolveram o problema envolvendo duas variáveis no banco de dados Dinossauros.

As duplas 02 (**G** e **E**), 03 (**L** e **P**) e 05 (**LR** e **L**), respectivamente, fundamentam suas hipóteses sobre a resposta do problema baseadas na quantidade de ícones de casos em determinados intervalos da escala. O extrato de fala abaixo exemplifica a estratégia de análise dos intervalos na escala do gráfico criado pela dupla **03 (L e P)**.

Sujeitos: L e P

Problema: Os dinossauros carnívoros tem o comprimento do corpo maior do que os dinossauros herbívoros?

L: Sim.

P: É!

L: Por que só tem um aqui.

P: É!

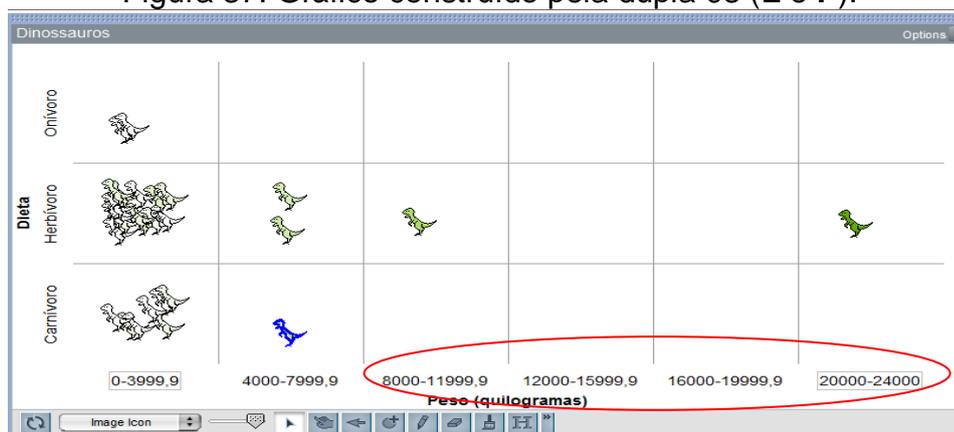
L: E aqui não nenhum.

P: E nem aqui, nem aqui, nem aqui. **(nos intervalos entre 8.000 e 20.400)**

P: Então os dinossauros tem carnívoros possuem o peso do corpo maior?

L: Não.

Figura 37: Gráfico construído pela dupla 03 (L e P).



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

O destaque feito no gráfico criado pela dupla 03 (ver imagem circulado no gráfico à esquerda da Figura 37) demonstra a análise feita pela dupla. Ao apontar o cursor do mouse e afirmar “*por que só tem um aqui*”, a dupla referiu-se à ausência de dinossauros no intervalo de 8000-24000.

Na maioria dos casos, observar os agrupamentos de ícones nos intervalos da escala foi suficiente, sem que houvesse a necessidade de identificação dos valores exatos através da escala numérica. O mesmo resultado pode ser verificado no estudo de Watson e Donne (2009), no qual analisar os dados a partir dos intervalos na escala foi uma das estratégias utilizadas pelos estudantes participantes do experimento com o *TinkerPlots*.

Utilizando a mesma estratégia, a dupla **06 (T e C)** cria diferentes representações para os dados a partir das duas variáveis inseridas e realizando uma análise baseada na modificação da escala, arrastando um ícone de caso para a direita e gerando novos intervalos na escala:

Sujeitos: T e C

Problema: Os dinossauros carnívoros tem o comprimento do corpo maior do que os dinossauros herbívoros?

T: herbívoros, carnívoros...

C: são os herbívoros.

T: pera aí... os carnívoros possuem o peso do corpo maior do que os herbívoros? (**Utilizam Count**)

T: carnívoros 9999... (**referindo-se ao intervalo da escala**)

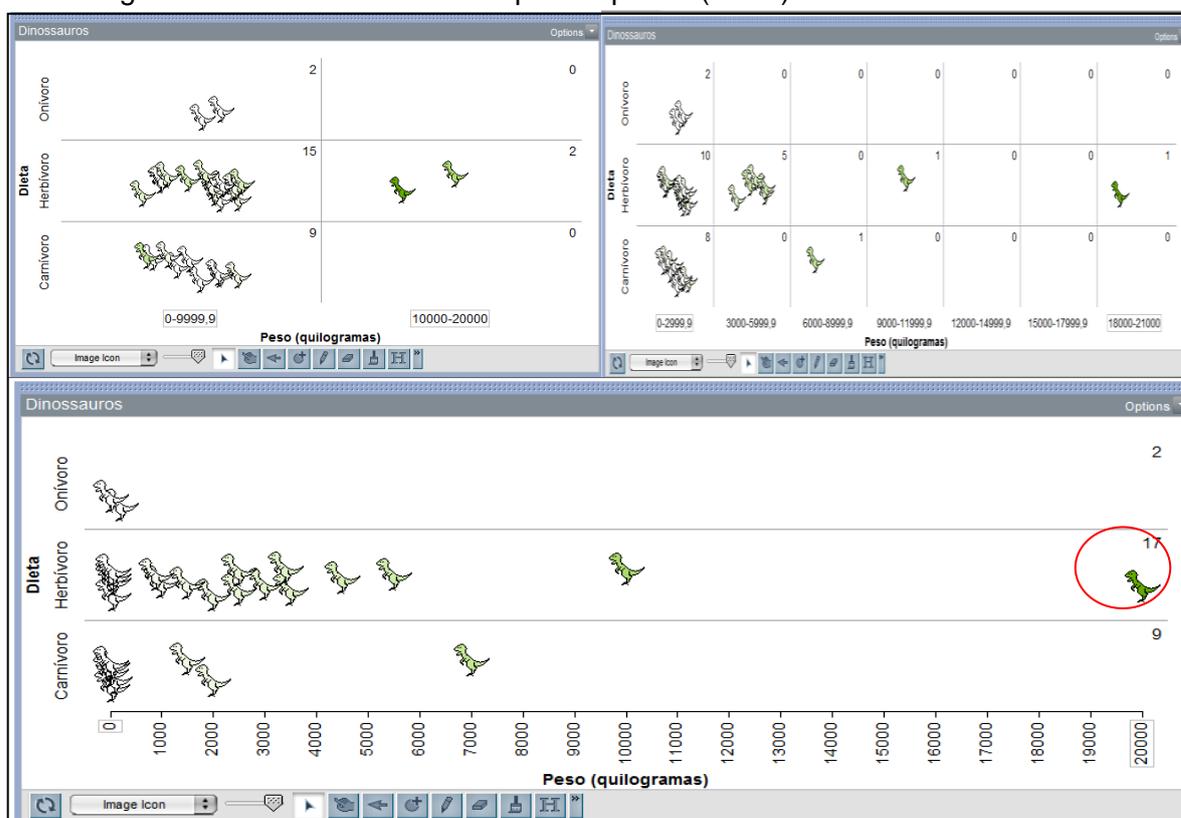
P: Lembrem que podem clicar em um dinossauro e arrastar para direita mudando os valores da escala. (A partir da intervenção criam nova representação).

C: Clica em um e arrasta mais T.

C: Arrasta mais pra direita.
 T: 2.000, 4.000, 6.000 (referindo-se ao novo intervalo da escala).
 C: Tá perguntando o que?
 T: Os dinossauros carnívoros possuem o peso do corpo...
 C: Não. (Apontando para o dinossauro de maior tamanho. Ver imagem circulada no gráfico à direita da Figura 38)

A Figura 38 apresenta a sequência de manipulações feitas pelos estudantes, proporcionando a criação de gráficos com diferentes intervalos numéricos em suas escalas.

Figura 38: Gráficos construídos pela dupla 06 (T e C) com diferentes escalas.



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

Para construir os gráficos apresentados na Figura 38, a Dupla 06 criou diferentes escalas nos gráficos ao arrastar um ícone de caso para a direita. No último gráfico dessa figura o ícone do dinossauro herbívoro com maior peso, foi apontado pela dupla conforme destaque circular feito no terceiro gráfico da figura. Com isso foi gerado inicialmente um gráfico com dois intervalos, em seguida um gráfico com sete intervalos e por fim um gráfico com escala numérica.

No *TinkerPlots*, arrastando um ícone de caso no *plot* para a direita (ou para cima) criam-se mais intervalos e arrastando para a esquerda (ou para baixo) menos intervalos. Ao todo, podem ser formados de dois a oito intervalos numéricos na escala. Caso o usuário continue arrastando o ícone após terem sido formados os oito intervalos, os ícones de casos vão separar-se totalmente, formando uma escala numérica e conseqüentemente um *dot plot*.

Ainda sobre as estratégias baseadas na análise da escala, a dupla **04** realiza uma análise do intervalo da escala no eixo vertical. Para isso, arrastam as variáveis envolvidas no problema dos *cards* para o *plot* e em seguida, analisam o gráfico gerado, respondendo rapidamente que os dinossauros ficaram mais altos, conforme extrato de fala abaixo. O extrato da fala apresenta a hipótese da estudante **B**, seguido da Figura 39 que apresenta em destaque o intervalo observado pela dupla **04**.

Sujeitos: L.B. e B.

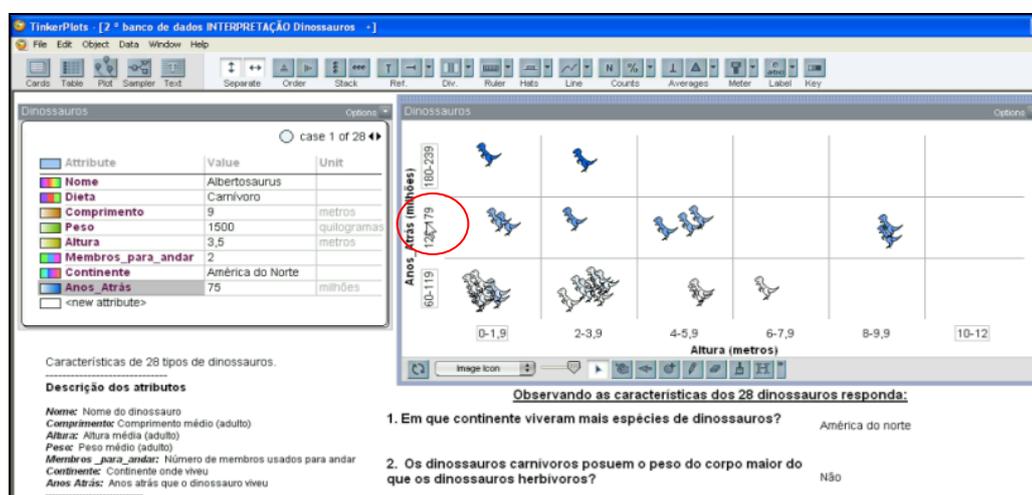
Problema: Ao longo dos anos, os dinossauros ficaram mais altos, mais baixos ou do mesmo tamanho?

B: 179...

(observam o eixo vertical, focando no grupo de 120-179. Ver imagem circulada no gráfico da Figura 41)

B: Mais altos

Figura 39: Gráfico construído pela dupla 04 (**LB** e **B**), a partir do qual é feita análise dos dados baseada na observação da escala.



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

Para a dupla **04 (LB. e B)** e em várias outras situações com as demais duplas, observar a concentração dos ícones em um determinado intervalo da escala, foi uma estratégia importante, utilizada pelos estudantes na resolução dos problemas e na criação de novos casos como veremos mais adiante.

Em Asseker (2012) a possibilidade apresentada no *TinkerPlots* para a construção de escalas ou a sua organização em intervalos também foi muito utilizada pelos professores participantes da pesquisa e ajudou na análise dos dados. Além disso, modificar essas escalas favoreceu a revisão das respostas dos participantes e a identificação de aspectos que proporcionaram um olhar diferenciado para os dados.

A partir da análise das diferentes estratégias apresentadas pelos estudantes fundamentadas na exploração da escala dos gráficos criados, podemos perceber que o *software* possibilitou a construção de diferentes tipos de escalas e representações que ajudaram as duplas a estabelecer relações entre as variáveis. Essa possibilidade favoreceu a construção e a confirmação de hipóteses sobre os dados.

c) Análise baseada na cor dos ícones de casos

No *TinkerPlots* ao selecionarmos uma variável nos cartões de dados, os ícones de casos no *plot* assumem o esquema de cores dessa variável. O gradiente determina as cores dos ícones de caso como meio de diferenciar variáveis qualitativas e quantitativas.

Para variáveis qualitativas os ícones de casos são coloridos com tons distintos (como vermelho, verde e amarelo).

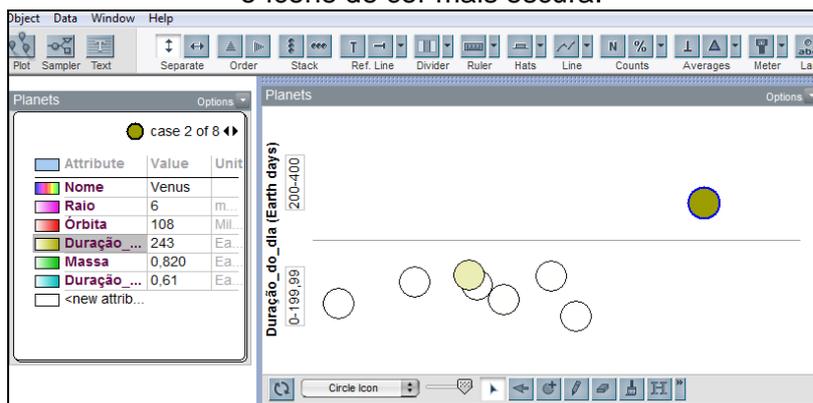
Para as variáveis quantitativas, os ícones de casos são coloridos com um gradiente de diferentes tonalidades (de azul, por exemplo). Os casos com os maiores valores tem a tonalidade mais escura (azul escuro, por exemplo), enquanto os casos com os valores menores são quase brancos.

A observação das cores dos ícones foi uma estratégia muito utilizada pelos participantes, principalmente nos problemas que envolviam variáveis quantitativas e requeriam uma análise mais aprofundada dos casos.

Esta estratégia foi utilizada nos problemas envolvendo uma variável, duas variáveis e análise de tendência. No problema de duas variáveis do banco de dados

Planetas, por exemplo, as duplas **02 (G e E)**, **03 (L e P)**, **05 (LR e L)** e **06 (T e C)** arrastaram apenas a variável duração do dia dos *cards* para o *plot* e prosseguiram com a análise da cor dos ícones. O resultado dessa ação é demonstrado na Figura 40.

Figura 40: Gráfico gerado pela dupla G e E destacando o ícone de cor mais escura.

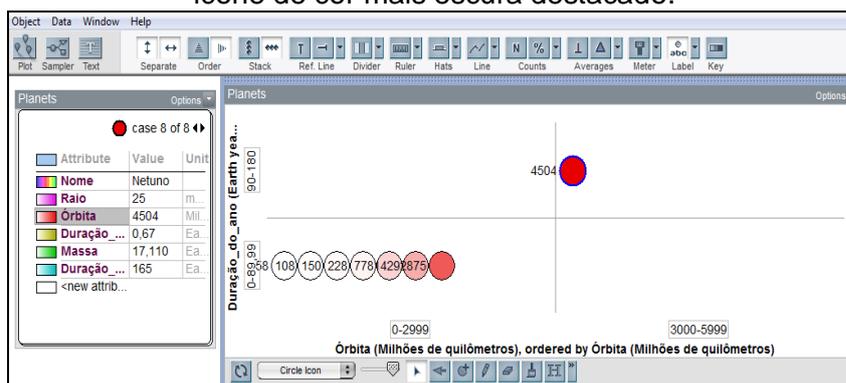


Fonte: Dados da pesquisa (2013)

Diante das visualizações geradas (como no exemplo da Figura 40), os estudantes utilizavam como estratégia clicar no ícone de caso de cor mais escura, observando o gradiente na tonalidade do colorido dos ícones, e em seguida, consultavam o cartão de dados para saber o nome do planeta correspondente.

A dupla **01 (A e R)** apresenta outra estratégia de resolução baseada na cor dos ícones de caso, para tanto, clicam no ícone de cor mais escura e em seguida, ativam a ferramenta *label*. A Figura 41 apresenta os gráficos construídos pela dupla, no qual é destacado o ícone que representa o caso de maior valor em função da tonalidade escura.

Figura 41: Gráficos construídos pela dupla 01 (A e R) com ícone de cor mais escura destacado.



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

Nesse caso, a dupla **01** arrastou apenas uma variável para o *plot* e utilizou a ferramenta *label*, que apresenta os valores ao lado de cada ícone para a variável trabalhada. Assim, observando o ícone de caso mais escuro, a dupla relaciona o tamanho da órbita à duração do ano.

Alves (2012) também aponta a relevância do gradiente como recurso auxiliar e facilitador no tratamento dos dados e na sua posterior interpretação.

Assim, podemos concluir que a análise baseada nas cores dos ícones foi uma importante estratégia apresentada pelos estudantes principalmente nos problemas envolvendo análise de tendência nos dois bancos de dados.

d) Mediação e interação

Em nosso estudo partimos da hipótese de que as diferentes ferramentas disponibilizadas no *TinkerPlots* favorecem a construção de diversas representações para os dados pelo estudante, de forma dinâmica e intuitiva, mas a mediação e a interação (com colegas e com professores) consistem em pontos importantes para o avanço da compreensão dos estudantes sobre a interpretação de gráficos.

Partindo desse pressuposto, categorizamos um dos conjuntos de estratégias a partir de situações envolvendo a mediação e interação entre os participantes, em especial nos momentos em que solicitaram ajuda.

Em geral, nos problemas de análise de tendência, os estudantes utilizaram como estratégia, solicitar ajuda. Esse tipo de problema requereu dos estudantes a utilização de diferentes estratégias para chegar a uma conclusão, constituindo-se como o problema mais difícil de ser resolvido.

No banco de dados Dinossauros, as duplas iniciam a interpretação do primeiro gráfico criado com dúvidas. Ao criá-lo, o *software* organiza a escala numérica de forma crescente, assim os dinossauros são organizados do mais atual ao mais antigo. No entanto, o problema pede que os estudantes analisem o crescimento dos dinossauros ao longo dos anos, o que pressupõe que se inicie dos primeiros dinossauros aos mais recentes, assim como faríamos se observássemos os dinossauros ao longo das eras e períodos.

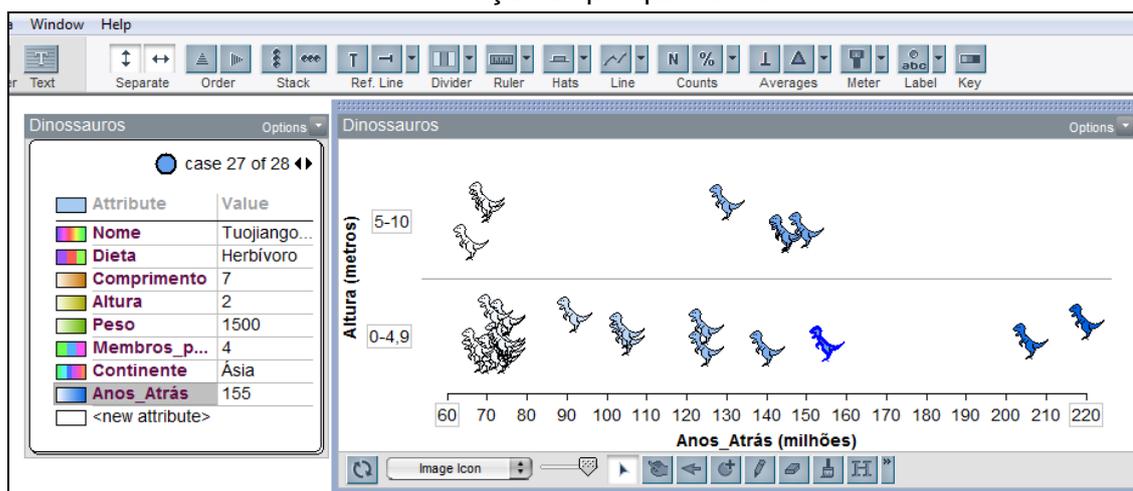
Nos gráficos, por padrão, um valor numérico aumenta no eixo horizontal da esquerda para a direita e no eixo vertical de baixo para cima. O *TinkerPlots* permite inverter um eixo de modo que os valores possam diminuir da esquerda para a direita

ou de cima para baixo contrariando o padrão matemático. Isso pode ser obtido, arrastando uma das extremidades do eixo em direção à outra extremidade.

Como a maioria das duplas não conseguiu chegar a uma conclusão sobre a resposta do problema, a partir da intervenção da pesquisadora foi sugerida aos estudantes a estratégia de inverter uma das extremidades do eixo (*endpoints*) em direção à outra, possibilitando que os estudantes analisassem a evolução do tempo e chegassem a uma conclusão para o problema.

Após arrastar as variáveis para o gráfico a dupla **01 (A e R)** apresenta dúvidas em relação ao problema. A dupla relê o problema, afirma não ter entendido nada e cria diversas representações. A Figura 42 apresenta um dos gráficos construídos antes da intervenção da pesquisadora.

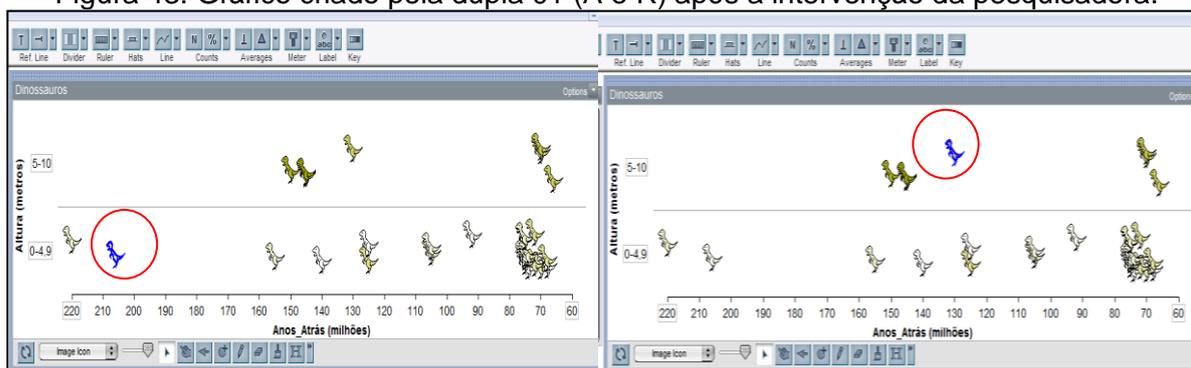
Figura 42: Exemplo de gráfico criado pela dupla 01 (A e R) antes da intervenção da pesquisadora.



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

Após a intervenção sobre a inversão da escala, os estudantes modificaram as representações, gerando um novo gráfico (exemplificado na Figura 43).

Figura 43: Gráfico criado pela dupla 01 (A e R) após a intervenção da pesquisadora.



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

Os ícones destacados com círculos nos gráficos da Figura 43 indicam as observações feitas pela Dupla **01**. O diálogo entre a dupla e o pesquisador, exemplifica o percurso percorrido pelos estudantes para chegar a uma conclusão:

Sujeitos: A e R.

Problema: Ao longo dos anos os dinossauros foram ficando mais altos, mais baixos ou do mesmo tamanho?

R: Não entendi.

P: Não entendeu? Tentem arrastar um ícone para a direita

R: Cresceram...ficaram do mesmo tamanho...diminuíram...

P: O que você acha A.?

A: Eu acho que eles ficaram do mesmo tamanho.

P: Vamos inverter. Coloca os mais velhos primeiro, para começar pelos dinossauros mais velhos agora.

Aqui são os mais velhos, os anos foram passando...

R: de forma geral, ou alguns?

P: De forma geral.

R: não tô entendendo mais nada.

R: como é o tamanho?

A: pela cor.

P: Isso, pela cor.

A: ah tá! então foram ficando mais altos.

Como tu fez A.?

A: eu acho que o branco é o menor, e esses os maiores (**ver destaque feito nas imagens da Figura 43**).

P: Isso, a cor indica o tamanho.

A: Então, esse aqui é o mais baixo e esses aqui o mais alto.

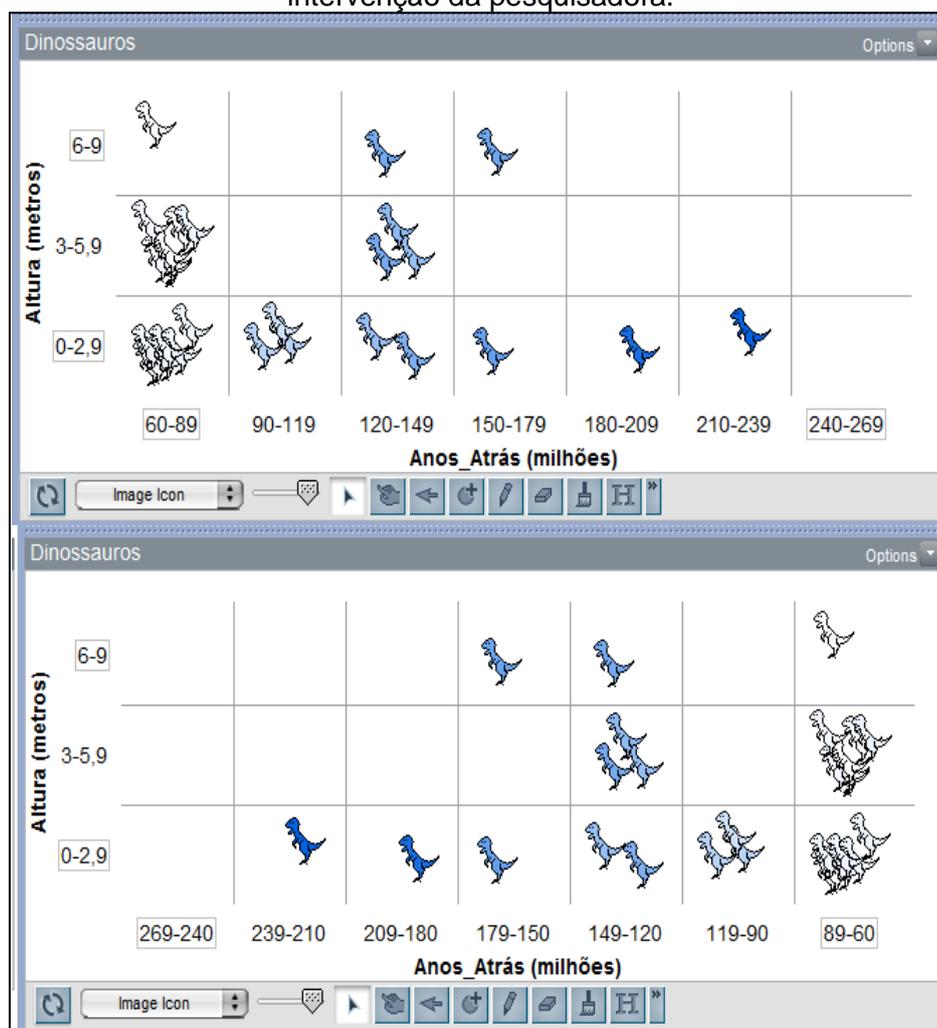
R: Então eles cresceram?

A: É cresceram!

No diálogo acima e na figura 43, podemos observar que a intervenção da pesquisadora sobre a inversão dos valores na escala, bem como sobre a confirmação do papel da cor da indicação dos tamanhos dos dinossauros, favoreceram a conclusão da dupla sobre o problema. Além disso, a interação entre os estudantes da dupla também foi importante, visto que **A** pôde refletir sobre os questionamentos e dúvidas de **R**, culminando com a resolução do problema.

A dupla **02 (G e E)** também iniciou a interpretação com dúvidas e solicitou ajuda. Ao serem realizadas intervenções em relação à escala, a dupla modificou as representações criadas. A Figura 44 apresenta os gráficos criados antes e após a intervenção da pesquisadora sobre a inversão dos valores na escala.

Figura 44: Gráficos criados pela dupla 02 (**G** e **E**) antes e após a intervenção da pesquisadora.



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

Após modificar a escala, a dupla 02 (**G** e **E**) chega a uma conclusão. O extrato de fala abaixo exemplifica a importância da mediação da pesquisadora nessa situação:

Sujeitos: G e E.

Problema: Ao longo dos anos os dinossauros foram ficando mais altos, mais baixos ou do mesmo tamanho?

G: num sei...Ajuda aí.

P: Veja, aqui tem os dinossauros mais novos e aqui os que têm mais tempo. A gente pode inverter pra ajudar. Vai começar dos mais velhos até os mais novos. E aqui tem a altura. Quanto mais pra cima maiores.

G: Ah! entendi aqui. Agora entendi. Alguns aumentaram outros abaixaram porque ficou a mesma coisa. Oh, eles chegaram a isso oh!

G: Alguns já começaram assim... aí vieram pra cá, vieram pra cá...

P: Ao longo dos anos eles foram aumentando...?

G: Foram! Olha aqui. **(indicando com a mão um movimento de crescimento)**

A dupla 03 (**L** e **P**), faz um tipo de análise semelhante àquela realizada pela dupla anterior (02), porém chega a uma conclusão diferente. Após terem dúvidas e modificarem a escala a partir da intervenção, a dupla realiza uma análise baseada na tendência dos dados no gráfico. O extrato de fala abaixo apresenta a reflexão da dupla:

Sujeitos: L e P.

Problema: Ao longo dos anos os dinossauros foram ficando mais altos, mais baixos ou do mesmo tamanho?

L: Eles estão diminuindo.

P: Estão diminuindo e P. o que acha?

P: Que estão diminuindo.

P: Vamos inverter e deixar os mais velhos primeiro.

E agora como foram ficando os dinossauros?

P: Mais baixos.

L: Cresceram e desceram. Subiu pouquíssimo e desceram muito. **(ver destaque para o cursor do mouse apontando ícones de caso no gráfico).**

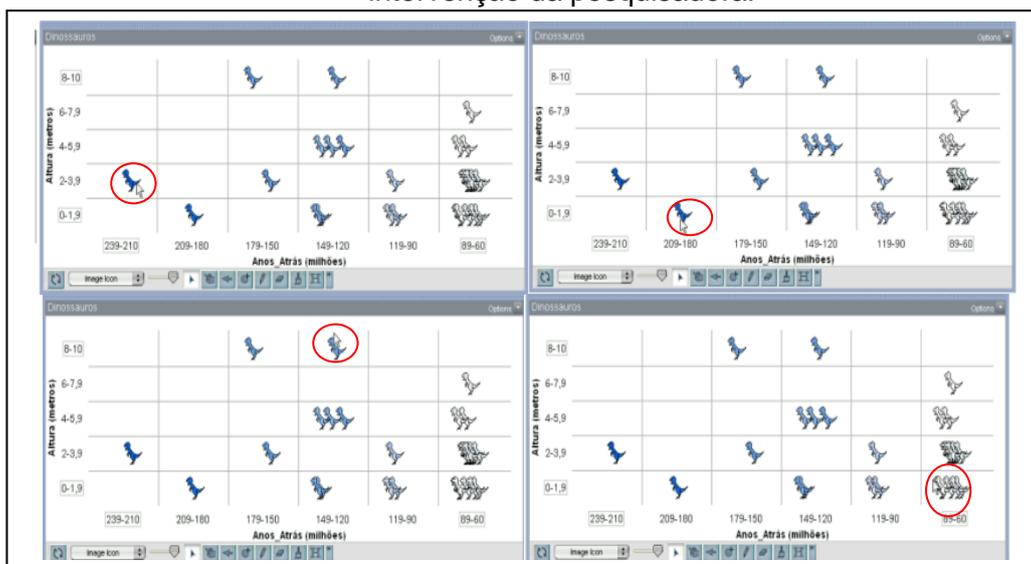
P: Eles foram ficando mais baixos?

P: É! menores.

L: Menores.

Enquanto acompanham a disposição dos ícones (“Cresceram e desceram. Subiu pouquíssimo e desceram muito”), os estudantes movimentavam o *mouse*, apontando para os ícones. O percurso feito com o cursor do mouse, para explicar a conclusão obtida, é destacado na Figura 45 abaixo:

Figura 45: Análise feita pela dupla 03 a partir da intervenção da pesquisadora.



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

Apenas a dupla 05 (**T** e **C**) conseguiu resolver o problema sem a intervenção da pesquisadora, pois mesmo sem inverter os valores, chega a uma conclusão. Isso foi possível porque, ao ler o problema e construir o gráfico, **T** inicia a observação da escala pelo valor que representa a maior quantidade de anos atrás, fazendo uma leitura evolutiva dos anos de existência dos dinossauros (dos mais velhos para o mais novos). O extrato de fala abaixo demonstra a estratégia da dupla:

Sujeitos: T e C.

Problema: Ao longo dos anos os dinossauros foram ficando mais altos, mais baixos ou do mesmo tamanho?

T: Ao longo dos anos os dinossauros foram ficando mais altos, mais baixos ou do mesmo tamanho?

C: Altura...

T: Altura...(arrasta a variável altura para o eixo vertical do gráfico)

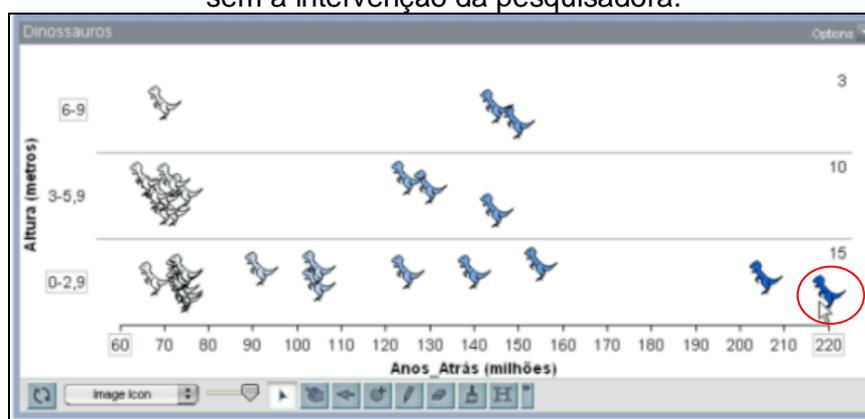
C: e anos.

T: Anos atrás

T: 220...mais altos. (ver destaque para o cursor do *mouse* apontando de onde parte a leitura da escala).

A Figura 46, apresenta um destaque circular feito no ícone de caso que serviu de base para a análise da dupla (ícone do dinossauro que se encontra no intervalo 220 da escala).

Figura 46: Análise realizada pela dupla 05 sem a intervenção da pesquisadora.



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

Nesse caso da dupla T e C, a interação entre os alunos na própria dupla, foi suficiente para a resolução do problema. Ou seja, a mesma estratégia indicada para auxiliar as demais duplas, foi desenvolvida pelos estudantes da dupla **05** sem que houvesse a necessidade de intervenção nesse sentido.

No caso das demais duplas, analisando as intervenções da pesquisadora, observamos que estas, especificamente no banco de dados Dinossauros, teve uma função importante indicando o uso das ferramentas e levantando questões sobre as conclusões individuais ou da dupla de estudantes. Para esse problema, os estudantes precisaram recorrer à construção de representações que possibilitassem o cruzamento de variáveis e analisar a relação entre elas e a tendência dos dados.

Especificamente no problema de tendência, a intervenção da pesquisadora deu-se no sentido de sugerir a inversão de uma das extremidades do eixo (*endpoints*) em direção à outra. Assim, a intervenção possibilitou a visualização da variação do tempo com mais clareza.

No caso de utilização do *software* em situações de ensino e aprendizagem, constatamos que o *TinkerPlots* pode favorecer desde a exploração de situações em que o estudante possa encontrar a solução sem intervenções exercitando sua autonomia, até a exploração de situações que reforcem a interação entre estudantes e o papel do professor como mediador.

No conceito de mediação pedagógica abordado por Lopes (2005), a ação do professor como um facilitador e incentivador da aprendizagem é ressaltada, colaborando ativamente na relação entre o aluno e a aprendizagem.

Em situações de aprendizagem envolvendo o uso de ferramentas tecnológicas, o papel do professor enquanto mediador no processo de construção de conhecimento é fundamental, de forma que o uso dessas ferramentas favorece o papel ativo e reflexivo do aluno na interação com os conteúdos.

Assim, podemos depreender que o *TinkerPlots*, possui uma diversidade de situações e possibilidades, o que requer o envolvimento do professor para adequar tais situações aos seus objetivos e criar situações complementares para promover avanços na compreensão dos diferentes conceitos abordados sobre o ensino e a aprendizagem de gráficos estatísticos.

e) Atribuir valores e visualizar o novo caso

Ao final do trabalho com os dois bancos de dados (Planetas e Dinossauros), era solicitado aos estudantes a criação de um novo caso. Em todas as duplas notamos o envolvimento e interesse dos estudantes na criação do novo caso, mobilizando-os a desenvolver várias estratégias para a atribuição de valores e características ao novo caso.

A partir da familiarização, os estudantes tiveram contanto com essa proposta, e passaram a demonstrar interesse em repetir a resolução de problemas desse tipo nos demais bancos de dados da etapa de interpretação.

Como estratégias para criar o novo caso, no banco de dados Dinossauros, a maioria das duplas, avançou até o cartão de dados do último caso existente (o que gera automaticamente um cartão em branco). Outras duas duplas usaram uma ferramenta específica para isso, o *add case* localizada na barra inferior do *plot*.

Com um cartão de dados em branco, os estudantes usaram a criatividade para atribuir um nome para a nova espécie de dinossauro ou para um novo planeta, bem como construir as características do novo caso (variáveis qualitativas e quantitativas).

A Figura 47 apresenta todos os cartões de dados criados pelas duplas, para inserir os valores para o novo caso.

Figura 47: Cartões de dados produzidos pelas duplas para o novo caso no banco de dados Dinossauros.

The figure displays six data cards, each representing a different dinosaur case. Each card has a title (Dupla 01 to Dupla 06) and a table with three columns: Attribute, Value, and Unit. The attributes are color-coded: Nome (rainbow), Dieta (purple), Comprimento (orange), Altura (yellow), Peso (green), Membros_para_andar (pink), Continente (cyan), and Anos_Atrás (blue). A legend at the bottom of each card shows a colored square next to the attribute name and a white square for '<new attribute>'. The cards are arranged in a 3x2 grid.

Attribute	Value	Unit
Nome	babacassauro	
Dieta	onívoro	
Comprimento	1e+29	metros
Altura	7,36263e+16	metros
Peso	544433666	quilogramas
Membros_para_andar	8	
Continente	europa	
Anos_Atrás	2000000000013	milhões
<new attribute>		

Attribute	Value	Unit
Nome	ultramegasaurus	
Dieta	carnívoro	
Comprimento	10	metros
Altura	13	metros
Peso	9	quilogramas
Membros_para_andar	2	
Continente	asia	
Anos_Atrás	240	milhões
<new attribute>		

Attribute	Value	Unit
Nome	nokiassauro	
Dieta	carnívoro	
Comprimento	8	metros
Altura	14	metros
Peso	6000000000	quilogramas
Membros_para_andar	2	
Continente	américa do sul	
Anos_Atrás	314000	milhões
<new attribute>		

Attribute	Value	Unit
Nome	Pepsissauro	
Dieta	Onívoro	
Comprimento	50	cm
Peso	1	quilogramas
Altura	1	metros
Membros_para_andar	nenhum	
Continente	América do Sul	
Anos_Atrás	1	ano
<new attribute>		

Attribute	Value	Unit
Nome	catotossauro	
Dieta	carnívoro	
Comprimento	20	metros
Altura	10,5	metros
Peso	8000	quilogramas
Membros_para_andar	4	
Continente	asia	
Anos_Atrás	100	milhões
<new attribute>		

Attribute	Value	Unit
Nome	hipersauro	
Dieta	herbívoro	
Comprimento	8	metros
Altura	5	metros
Peso	68000	quilogramas
Membros_para_andar	4	
Continente	Oceania	
Anos_Atrás	125	milhões
<new attribute>		

Fonte: Dados da pesquisa (2013)

O processo de produção dos cartões apresentados na Figura 47, envolveu diferentes estratégias realizadas pelos estudantes. Em uma estratégia, por exemplo, eles atribuíam valores para as variáveis quantitativas (comprimento, peso, altura, membros para andar e anos atrás) e observavam os dados dos dinossauros já existentes, buscando identificar o valor da “média” ou da “maioria dos dinossauros” para ter uma ideia geral e construir o novo caso.

Um aspecto que chamou a atenção foi o interesse dos estudantes pela atribuição de valores discrepantes para o novo caso. Em geral, esses valores estavam muito acima ou muito abaixo dos valores encontrados nos demais casos.

Para observar os valores dos demais casos, três duplas preferiram arrastar a variável desejada para o *plot*, e com o gráfico criado, observar os valores existentes nos demais dinossauros analisando os intervalos da escala), para a partir daí, atribuir seus próprios valores.

Assim, os estudantes utilizaram a mesma estratégia de arrastar a variável desejada para o *plot*, bastante usada na resolução dos demais problemas. Essa é uma estratégia interessante, pois é gerada no próprio contexto de uso do *software*, considerando que na etapa de familiarização apenas a estratégia observar os demais cartões de dados foi indicada.

Após arrastar a variável para o *plot*, a dupla **06 (C e T)**, apresentou uma estratégia interessante de análise do gráfico. Os estudantes observaram os intervalos da escala do gráfico criado (ver extrato de fala e Figura 48)

Sujeitos: T e C.

Problema: Criação de um novo caso no banco de dados Dinossauros.

T: Altura?

C: 27 metros?

T: Não, 20 metros.

C: A maioria tipo... tem mais

T: 6 metros, mas a maioria é bem menor (**observa o gráfico construído para o problema anterior que já envolvia altura**)

C: Bora botar 80 metros.

T: 70 metros.

T: Comprimento 8 metros. Altura 24...não 5.

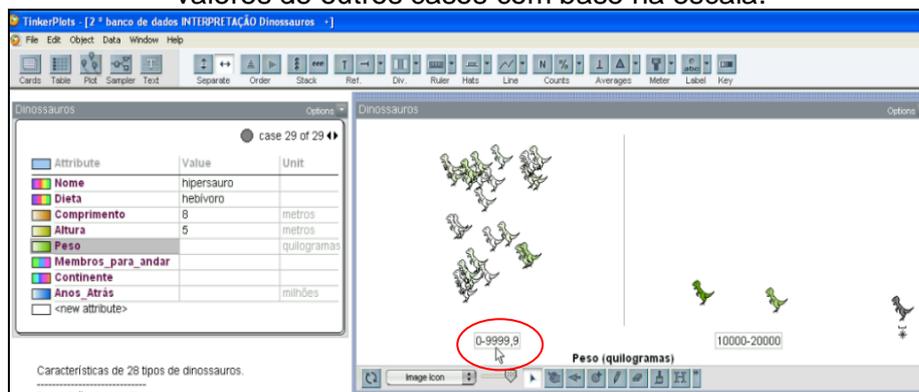
T: Peso?

C: Vamos ver o peso pra ter uma ideia, coloca aqui.

(**arrasta a variável peso para o gráfico**)

C: Olha...9.999

Figura 48: Gráfico criado pela dupla 06 para analisar valores de outros casos com base na escala.



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

A mesma estratégia foi utilizada também pela dupla **02**, como demonstra o extrato de fala e a Figura 49 (ver destaque na escala do gráfico para onde a dupla aponta o cursor do *mouse*):

Sujeitos: G e E.

Problema: Criação de um novo caso no banco de dados Dinossauros.

G: Comprimento né?

G: Vê o comprimento da maioria

(E. Arrasta a variável comprimento para o eixo horizontal do gráfico)

G: A maioria tem 3...

G: Bora botar ele aqui... olha!

(apontando para o grupo entre 3 e 5,9)

G: Bota 9.

G: bota 10

Figura 49: Gráfico criado pela dupla 02 para analisar valores de outros casos.



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

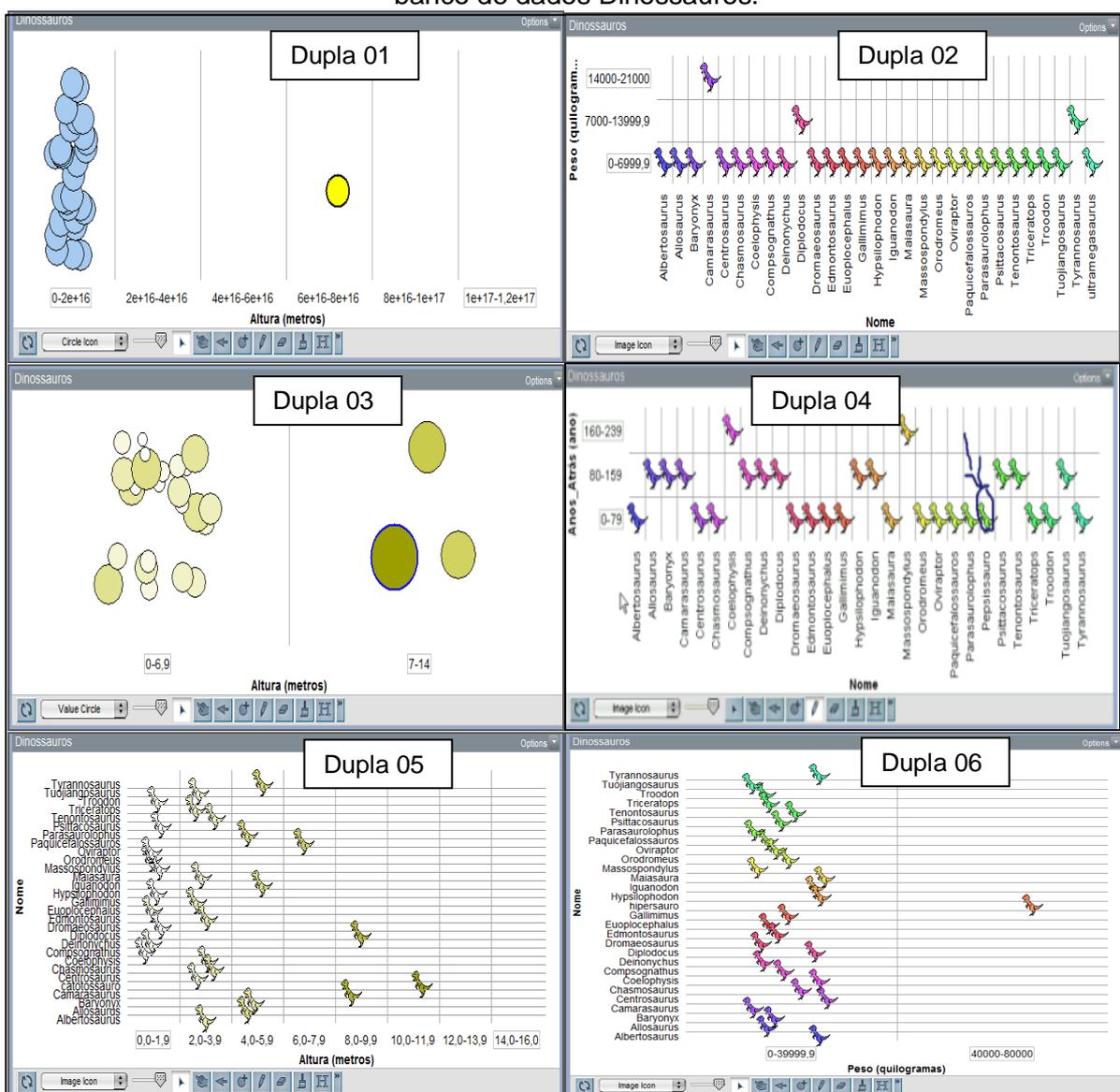
A dupla **05 (LR e L)** preferiu utilizar como estratégia a análise dos cartões de dados para observar os valores nos casos já existentes. Assim, na seta localizada no canto superior direito dos *cards*, a dupla navegou pelos demais casos e preencheu os valores do novo caso com base nos casos já existentes.

Para deixar os valores diferentes dos existentes nos outros casos, a dupla **04 (LB e B)** modificou a unidade de medida no cartão de dados, trazendo seus conhecimentos prévios sobre medidas, ao mesmo tempo em que estabeleciam relações entre as unidades existentes e unidades de medida menores.

Após finalizar a criação do novo cartão de dados, os estudantes podiam visualizar o novo conjunto de dados, seja por iniciativa própria ou sugestão da pesquisadora. Para visualizar o novo caso, as duplas produziram novas representações para os dados, arrastando as variáveis para o *plot*.

A Figura 50 apresenta um exemplo dessas representações para cada dupla.

Figura 50: Gráficos produzidos pelas duplas para visualizar o novo caso no banco de dados Dinossauros.



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

No banco de dados dinossauros os estudantes perceberam o destaque que é dado ao novo caso quando o valor atribuído à variável arrastada para o *plot* estava

muito acima da média dos demais casos, como no caso dos gráficos das Duplas 01 e 03 da Figura 50.

Assim, uma das causas para a criação de novos casos ter sido tão motivadora para os estudantes, pode estar relacionada ao destaque dado ao caso criado, que na maioria das duplas, tinha valores acima da média.

Além desse interesse demonstrado durante a atividade, cinco estudantes (**C.**, **E.**, **G.**, **L.R.**, **L.**) apontaram na entrevista final, a criação de um novo caso como a parte do trabalho com o *TinkerPlots* que eles acharam mais fácil e que mais gostaram de fazer.

No banco de dados Planetas, as estratégias para observar os demais valores se diversificaram ou mesmo não foram necessárias. Apenas a dupla **02 (G e E)** arrasta a variável para o gráfico para observar os valores dos demais casos.

As duplas **03 (L e P)**, **05 (LR e L)** e **06 (T e C)** utilizam os *cards* para analisar os valores dos outros casos. Muitos estudantes analisaram os cartões de dados, clicando diretamente neles ou clicando em ícones de casos no *plot*. Ao selecionar um caso, o cartão relativo a este ícone, é destacado na parte superior da pilha virtual de cartões.

As duplas 01 (**A e R**) e 04 (**LB e B**) atribuem valores ao novo caso sem relacioná-los com os valores do conjunto dos dados já existentes. A dupla 04, em particular, atribuiu valores baixos e modifica as unidades de medida já existentes, repetindo uma estratégia já utilizada no banco de dados Dinossauros.

Como resultado do desenvolvimento das diversas estratégias para criar um novo planeta, cada dupla produziu um novo cartão de dados. A Figura 51 apresenta os cartões criados por cada dupla, nos quais é possível observar as informações para o novo planeta.

Figura 51: Cartões de dados produzidos pelas duplas para o novo caso no banco de dados Planetas.

Attribute	Value	Unit
Nome	prutonitão	
Raio	40	megametros
Órbita	34567890	Milhões de q...
Duração_do_dia	6,74446e+13	Earth days
Massa	123467890987654313000000...	Earth masses
Duração_do_ano	8,47346e+36	Earth years
<new attribute>		

Attribute	Value	Unit
Nome	Planet51	
Raio	40	megam...
Órbita	450	Milhões ...
Duração_do_dia	7	Earth d...
Massa	209,000	Earth m...
Duração_do_ano	40	Earth ye...
<new attribute>		

Attribute	Value	Unit
Nome	sarjúpter	
Raio	27	megame...
Órbita	40	Milhões ...
Duração_do_dia	1	Earth days
Massa	100000000,000	Earth ma...
Duração_do_ano	165	Earth ye...
<new attribute>		

Attribute	Value	Unit
Nome	Minha pera	
Raio	40	megametros
Órbita	10	Milhões de quilô...
Duração_do_dia	70	hora
Massa	800,000	Earth masses
Duração_do_ano	210	Earth years
<new attribute>		

Attribute	Value	Unit
Nome	loiseta	
Raio	40	megam...
Órbita	7698	Milhões ...
Duração_do_dia	0,80	Earth d...
Massa	35,431	Earth m...
Duração_do_ano	498	Earth ye...
<new attribute>		

Attribute	Value	Unit
Nome	superplaneta	
Raio	40	megametros
Órbita	5502	Milhões de quilô...
Duração_do_dia	3,85	Earth days
Massa	238,900	Earth masses
Duração_do_ano	12	Earth years
<new attribute>		

Fonte: Dados da pesquisa (2013)

Alguns valores atribuídos às variáveis no cartão de dados, conforme Figura 51, foram diferentes da média dos outros casos. Novamente as duplas demonstraram interesse em atribuir valores discrepantes ao novo caso e em visualizá-los de forma destacada ao final da construção do cartão de dados, como acontece com a variável Massa do cartão de dados da dupla **03** (L e P), por exemplo.

A dupla **05** (LR e L) estabelece relações interessantes entre os dados antes de definir valores para algumas variáveis quantitativas (ver extrato de fala).

Sujeitos: T e C.

Problema: Criação de um novo caso no banco de dados Dinossauros.

C: Duração do dia. Bora...**(observa o caso anterior)**

T: Hum...que tal 0,62, que é perto a Netuno?

C: 0,85

T: Que tal 3? 3,85?

T: Massa...**(observa o caso anterior)**. Vê um do raio mais perto. Vê um de raio 40 e vê a massa dele. Hum...127 mil? **(chega nesse valor observando os dados do cards abaixo)**.

C: Não.

T: bota 138?

C: 238...

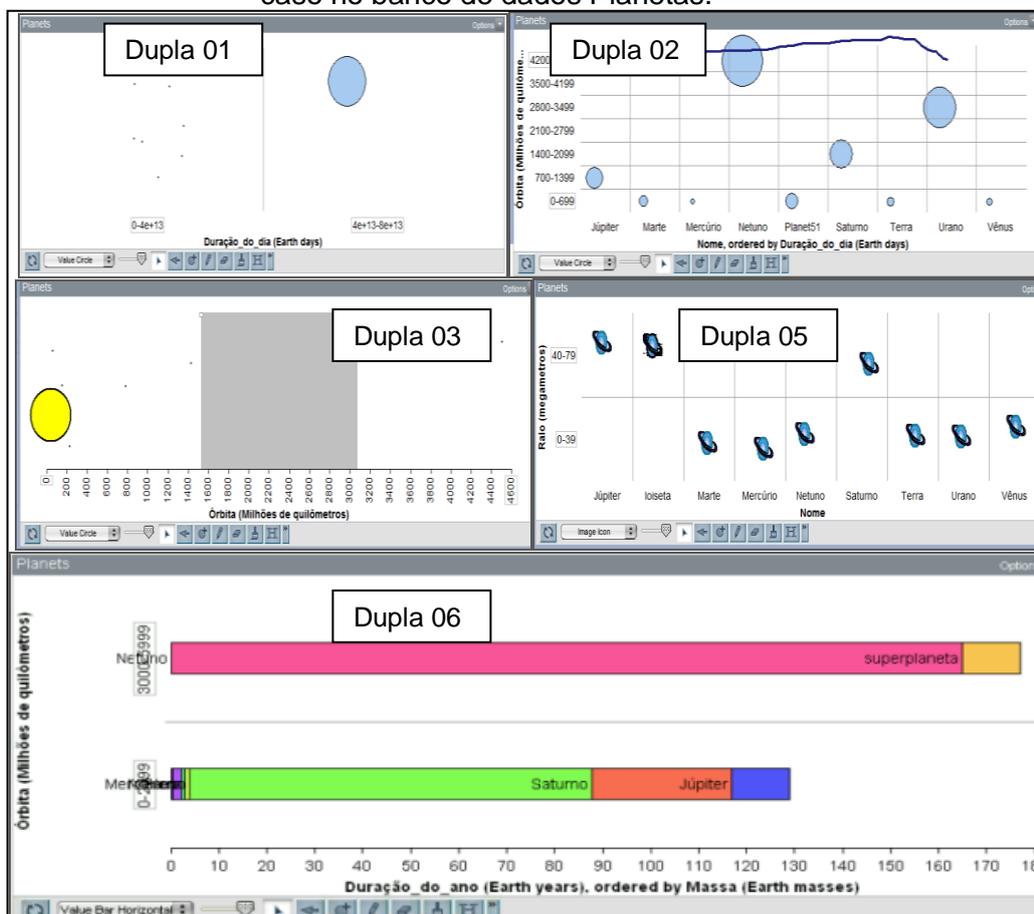
T: 900.

C: Duração do ano? **(observa o caso anterior)**. 12.

T: 12? Peraê. **(observa as imagens dos planetas a lado da janela do plot)**.

Na Figura 52 encontramos exemplos de gráficos elaborados pelas duplas para visualizar o novo caso criado no conjunto dos dados.

Figura 52: Gráficos produzidos pelas duplas para visualizar o novo caso no banco de dados Planetas.



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

Apenas a dupla **04 (LB e B)** nesse banco de dados não teve interesse em criar um gráfico para visualizar o novo caso. O mesmo aconteceu no problema de análise de tendência sobre Planetas, em que a produção de gráfico também não foi uma atividade necessária para a dupla resolver o problema.

A mesma situação de não necessitar da criação de um gráfico, é apontada na classificação das estratégias proposta em Alves (2012). Nesse tipo de estratégia no estudo da autora, a resposta para o problema por alguns estudantes é obtida sem a construção de uma representação.

Consideramos que esse aspecto é positivo, partindo do pressuposto que o *software* pode atender estudantes em todos os níveis de exploração dos dados, abrangendo desde situações em que é imprescindível a criação de gráficos até problemas em que apenas a observação dos dados nos *cards*, por exemplo, é suficiente.

De forma geral, depreendemos que os estudantes foram mobilizados a criar novos casos diante desse tipo de problema. No entanto, a criação do caso não foi apenas uma atividade divertida e criativa para os estudantes. Representou um momento também de análise de dados, pois a comparação entre os valores dos casos, estimativas e relações foram importantes estratégias apresentadas pelos estudantes através do uso do *software*.

Assim o *TinkerPlots* possibilitou a criação de situações nas quais os estudantes fossem desafiados a criar, encontrassem elementos para investigar e estabelecer relações entre os dados, bem como visualizar o resultado da criação em novos gráficos.

Este sentido é resgatado por Garfield e Burril (1997), quando ao discutirem o uso de *software* para o ensino de Estatística, apontam que a tecnologia não auxilia apenas a análise de dados pelos alunos, como também possibilita que eles lidem com esses dados desenvolvendo sua própria compreensão sobre ideias importantes. Dessa forma, os alunos podem estimar e quantificar seu pensamento, lidar com *outliers*, bem como discutir a escolha adequada e percebem o impacto de suas escolhas na decisão final.

Assim, segundo os autores, a tecnologia permite que os estudantes façam velhas coisas de uma nova maneira, promovendo a construção e compreensão sobre conceitos (GARFIELD; BURRIL, 1997).

g) Resposta com base nos conhecimentos prévios

Uma estratégia pouco utilizada referia-se à resolução dos problemas baseada apenas nos conhecimentos prévios sobre o tema, sem que os estudantes recorressem à construção de algum tipo de representação.

Assim, a construção de diferentes tipos de gráficos não foi fundamental à resolução dos problemas pela dupla 04 (**B** e **L.B.**). No problema de análise de tendência do banco de dados Planetas, essa dupla resolve o problema sem criar nenhum tipo de representação:

Sujeitos: B e L.B..

Problema: Planetas com órbitas maiores tendem a ter anos maiores?

B: Sim!

P: Nem precisa fazer o gráfico?

B: É.

P: Mas faz o gráfico B.

B: Não.

Neste caso, inferimos que a dupla parece responder à questão com base nos conhecimentos prévios sobre o assunto, sem precisar da criação de alguma representação para os dados. Assim, por responder rapidamente e não criar nenhuma visualização para os casos, os estudantes parecem ter feito alusão à conhecimentos prévios que estiveram implícitos na atividade de resolução do problema.

O mesmo ocorreu em Alves (2012) em que para alguns problemas os estudantes precisavam inevitavelmente construir uma representação, enquanto para outros problemas não foi necessário utilizar a representação gráfica dos dados, pois os estudantes puderam utilizar conhecimentos prévios para chegar a uma conclusão.

5.5.1 Discussão sobre as estratégias que emergiram a partir do uso do *TinkerPlots* 2.0

A análise das estratégias dos estudantes ao resolver problemas utilizando o *TinkerPlots*, demonstrou que estas estiveram relacionadas aos dois objetos

apresentados na sessão de familiarização: *cards* e *plot*. Assim, os estudantes apresentaram estratégias específicas envolvendo a manipulação desses objetos indicando que, de fato, o *software* teve repercussão na construção de gráficos, ou mobilizou seus conhecimentos prévios.

Observamos que a estratégia mais utilizada em todos os oito problemas propostos foi a de arrastar a variável para o *plot*. Essa é uma ação muito específica do *TinkerPlots*, uma de suas operações básicas.

Diante do objetivo de resolver aos problemas, o desafio inicial dos estudantes concentrava-se em encontrar uma organização adequada para os ícones, pois como já demonstrado anteriormente, os ícones de caso individuais aparecem no *plot* organizados aleatoriamente, sendo esse um padrão do *software*. Então, arrastar a variável consistiu em estratégia básica para as duplas iniciarem a organização progressiva dos ícones e iniciarem a construção dos gráficos. Como o *TinkerPlots* não apresenta gráficos prontos, no processo de construção, o uso das ferramentas foi observado através de ações como ordenar, empilhar, apresentar rótulos dentre outros.

Após essa organização, os estudantes apresentam estratégias para a análise dos dados, as quais puderam ser agrupadas em categorias. Dentre as mais utilizadas, identificamos, por exemplo, estratégias relacionadas aos ícones de caso (clique em cada ícone e observar os *cards*; analisar valores a partir do ícone de cor mais escura) e estratégias relacionadas à escala (modificar intervalos da escala; analisar intervalos da escala e a concentração de casos).

Por fim, outro grupo principal de estratégias esteve relacionado com a visualização dos novos casos criados. Assim, utilizando diferentes representações (muitas delas diferentes dos gráficos que já conheciam) buscavam destacar o novo caso nos ícones do *plot*.

O papel dos tipos de gráficos escolhidos na familiarização influenciou a resolução dos demais problemas. Como exemplo, algumas duplas tiveram bastante interesse pela criação de *outliers*, e a partir da criação de gráficos do tipo *value circle*, buscavam no problema seguinte alterar os valores para as variáveis de modo a tornar novamente o novo caso destacado dos demais.

De modo geral, podemos observar que foram apresentadas estratégias desde as mais simples e básicas (como arrastar uma variável para o *plot*), como também estratégias mais elaboradas e refinadas como aquelas relativas à análise da escala.

Trouche (2003) aponta que as ideias e as ações dos estudantes no ambiente de aprendizagem são susceptíveis de ter um impacto sobre a conceituação de objetos matemáticos.

Refletindo sobre esse impacto e sobre os conhecimentos que são mobilizados pelos estudantes, concluímos que o *software* além de ser adequado para um amplo conjunto de situações, representações e conceitos envolvendo a exploração de gráficos estatísticos, possibilita aos estudantes encontrarem um espaço para expressar suas ideias e trabalhar ativamente a partir dos gráficos criados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Partindo do nosso objetivo geral, buscamos analisar a adequação do *software* educativo *TinkerPlots* para a interpretação de gráficos por estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental em situações de resolução de problemas.

Especificamente, buscamos identificar as ferramentas do *TinkerPlots* utilizadas pelos estudantes para resolver diferentes tipos de problemas sobre gráficos. Pudemos observar que estas foram usadas pelos estudantes da nossa pesquisa de maneiras diversificadas e com frequências diferenciadas de acordo com o tipo de problema proposto. Assim, a ferramenta *mix up* foi utilizada em todos os problemas propostos. Outras ferramentas como *label*, *stack* e *order* foram utilizadas nos três primeiros tipos de problema, quais sejam: uma variável, duas variáveis e análise de tendência.

Nos problemas com uma variável, os estudantes lembraram e experimentaram ferramentas utilizadas na etapa de familiarização. Nos problemas de duas variáveis, eles exploraram poucas ferramentas. Nos problemas de análise de tendência, a combinação de mais de uma ferramenta foi um aspecto importante na resolução dos problemas pelos estudantes. Nos problemas de criação de novos casos, os estudantes utilizaram ferramentas específicas relacionadas ao tipo de ícone para cada caso.

Um aspecto fundamental dessa constatação sobre o uso das ferramentas nos tipos de problemas é que alguns problemas requerem estratégias mais elaboradas de resolução, requerendo a combinação de diferentes ferramentas, enquanto outros tipos permitem uma resolução fundamentada em visualizações mais simples para os dados.

Analisamos as estratégias para a interpretação de gráficos desenvolvidas pelos estudantes no ambiente do *TinkerPlots* e identificamos estratégias relacionadas à: identificação das variáveis; análise da escala; cor dos ícones; mediação e interação (pesquisador-estudante, estudante-estudante); atribuição de valores e visualização de novo caso; respostas baseadas nos conhecimentos prévios.

Observamos que essas estratégias se relacionam a elementos específicos do gráfico como a escala, eixos e variáveis, bem como, a recursos específicos contidos

no *TinkerPlots* como a escala gradativa de cores relacionadas aos valores e as diferentes formas de visualização para os dados que vão além dos gráficos convencionais.

Um último objetivo específico da nossa pesquisa consistiu em elaborar critérios e analisar a adequação do *TinkerPlots* para o trabalho com interpretação de gráficos a partir de referenciais teóricos sobre o tema e do uso feito pelos estudantes.

Sobre os critérios, consideramos aspectos como Flexibilidade, Complexidade/Tempo de aprendizagem, Multirrepresentatividade, Diferencial, *Feedback*, Construção dinâmica pelo aluno e Planejamento.

Além desses, foram considerados também critérios referentes às especificidades do *TinkerPlots*, considerando o conteúdo abordado, faixa etária e as possibilidades relacionadas à exploração dos conceitos estatísticos.

A partir das análises, pudemos constatar a adequação do *software TinkerPlots* para a exploração de problemas envolvendo interpretação e produção de gráficos estatísticos, bem como, a promoção de situações envolvendo a coleta, organização e análise de dados. Para isso, consideramos que alguns dos fatores do *software* que colaboram efetivamente para a aprendizagem dos estudantes sobre gráficos estatísticos sejam as possibilidades de criação de representações diversas pelos alunos e as estratégias didáticas possíveis ao professor.

Essas possibilidades ao professor são favorecidas pelos recursos disponíveis ao planejamento de atividades e situações didáticas (ajuda online, e bancos de dados disponíveis, por exemplo) que incluam o *software* como meio para potencializar e enriquecer o processo de análise de dados e construção ativa pelo aluno.

A partir dos aspectos salientados, destacamos a importância desse estudo para se pensar na inclusão do *software TinkerPlots* no ensino de conteúdos relativos à Educação Estatística, notadamente, àqueles relativos aos processos de interpretação de gráficos, nas séries iniciais do Ensino Fundamental.

Como sugestão para estudos futuros, poderiam ser realizadas investigações sobre intervenções de ensino, com o uso do *TinkerPlots*. Assim, poderiam participar desses estudos professores e alunos em situações didáticas reais envolvendo o tratamento de dados em diversas etapas da escolarização.

Essas intervenções poderiam ser baseadas em situações ainda pouco exploradas nos estudos já realizados como, por exemplo, a criação de novos casos.

Outra recomendação para novos estudos refere-se ao aprofundamento da estruturação dos critérios de análise utilizados em nossa pesquisa. Os critérios específicos construídos para analisar a adequação do *TinkerPlots* poderiam ser aplicados a outros *software* relativos à análise de dados, contando inclusive com a participação de docentes nessas análises. Com isso, podem-se ampliar as formas de seleção e análise da adequação dos *software* educativos pelos professores, contribuindo para minimizar a distância entre quem produz e quem utiliza estes recursos em sala de aula.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M. R. G. C. **Como adultos e crianças compreendem a escala representada em gráficos.** Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação. Centro de Educação. Universidade Federal de Pernambuco. Recife/PE, 2010.

ALVES, I. M. **A interpretação de gráficos em um ambiente computacional por alunos de uma escola rural do município de caruaru-pe.** 165 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação. Centro de Educação. Universidade Federal de Pernambuco. Recife/PE, 2011.

ASSEKER, A. A. f. **O uso do TinkerPlots para exploração de dados por Professores de escolas rurais.** 156 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação. Centro de Educação. Universidade Federal de Pernambuco. Recife/PE, 2011.

BARANAUSKAS, M. C. C.; ROCHA, H. V.; MARTINS, M. C.; D'ABREU, J. V. Uma taxonomia para ambientes de aprendizado baseados no computador. In: VALENTE, J. (org.) **O computador na sociedade do conhecimento.** Campinas: UNICAMP/NIED, 1999.

BEN-ZVI, D. Scaffolding students' informal inference and argumentation. In ROSSMAN, A.; CHANCE, B. (Eds). **Proceedings of the Seventh International Conference on Teaching of Statistics** (CD-ROM), Salvador, Bahia, Brazil, 2-7 July, 2006.

_____. Partners in innovation: Helping teachers to integrate technology in the teaching of statistics. In: BATANERO, C.; BURRILL, G.; ROSSMAN, A. (Eds.), **Proceedings of the Joint ICMI/IASE Study on Statistics Education in School Mathematics: Challenges for Teaching and Teacher Education.** Monterrey. México: ITESM, 2008.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais: Matemática.** Brasília: Ministério da Educação e Desporto - Secretaria do Ensino Fundamental, 1997.

CARRAHER, D. W. O que esperamos do *Software* Educacional?. **Revista de Educação e Informática**, Ano II, n. 3, jan/jun, 1990.

CARVALHO, L. M. T. L.; NUNES, T.; CAMPOS, T. M. M.. O efeito de diferentes informações sobre dados contínuos apresentados graficamente. In: Simpósio Internacional de Pesquisa em Educação Matemática – SIPEMAT, 2º, 2008, Recife. **Anais eletrônicos ...** Recife: Editora da UFRPE, 2008. Disponível em: <http://www.ded.ufrpe.br/sipemat/CD-ROM%20%20SIPEMAT/artigos/CO-117.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2013, 16:05:30.

CARVALHO, L. M. T. L.; MONTEIRO, C. E. F. M.; CAMPOS, T. M. M. Refletindo sobre a interpretação de gráficos como uma atividade de resolução de problemas. In: LOPES, C. E.; COUTINHO, C. Q. S. C.; ALMOULOU, S. A. (Orgs.). **Estudos e reflexões em Educação Estatística**. Campinas, SP: Mercado das Letras, 2010.

CARVALHO, L. M. T. L. **O papel dos artefatos na construção de significados matemáticos por estudantes do Ensino Fundamental II**. 239 f. Tese de Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza/CE, 2008.

CAZORLA, I.; CASTRO, F. O papel da estatística na leitura do mundo: O letramento estatístico. **Publ. UEPG Humanit. Sci., Appl. Soc. Sci., Linguist., Lett. Arts**, Ponta Grossa, v.16 (1), jun, 2008, p. 45-53.

COLL, C.; ENGEL, A.; BUSTOS, A. Aprender y enseñar com tecnologías de la información y la comunicación em la Educación Secundaria. In: COOL, C. (coord.). **Desarrollo, aprendizaje y enseñanza en la educación secundaria: formación del profesorado**. Educación secundaria. Barcelona: Grao, 2010.

COUTINHO, C. Q. e S.; ALMOULOU, S. A.; SILVA, M. J. F. O desenvolvimento do letramento estatístico a partir do uso do Geogebra: um estudo com professores de matemática. **Revemat: R. Eletr. de Edu. Matem.** eISSN 1981-1322. Florianópolis, v. 07, n. 2, 2012, p. 246-265.

CURCIO, F. R.; ARTZT, A. F. Assessing Students' Ability to analyze data: reaching beyond computation. **The mathematics teacher**. v. 89, n. 8. nov, 1996.

CURCIO, F. Comprehension of mathematical relationships expressed in graph. **Journal for research in mathematics education**. v.18, 1987, p.382-393.

ESTEVAM, E. J. G.; FÜRKOTTER, M. (Res)Significando gráficos estatísticos no Ensino Fundamental com o *software* SuperLogo 3.0. **Educ. Matem. Pesq.**, São Paulo, v.12, n.3, 2010, p. 578-597.

EUGÊNIO, R. S. **Explorações sobre a média no software TinkerPlots 2.0 por estudantes do Ensino Fundamental**. 230 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação. Centro de Educação. Universidade Federal de Pernambuco. Recife/PE, 2013.

FREIRE, F. M. P.; PRADO, M. E. B. B. Projeto pedagógico: pano de fundo para a escolha de um *software* educacional. In: VALENTE, J. (org.) **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas: UNICAMP/NIED, 1999.

FRIEL, S. N.; CURCIO, F.; BRIGHT, G. W. Making sense of graphs: critical factors influencing comprehension and instructional implications. *Journal for Research in Mathematics Education* 32 (2), 2001, p. 124-158.

GAMEZ, L. **TICESE: Técnica de inspeção de conformidade ergonômica de software educacional**. Manual do Avaliador. Universidade do Minho- Escola de Engenharia- Mestrado em engenharia Humana. 1998.

GARFIELD, J.; BEN-ZVI, D. **Developing Students' Statistical Reasoning Research and Teaching Practice**. Springer Publishers, 2008.

GARFIELD, J.; BURRILL, G. Research on the role of technology in teaching and learning statistics. **International Statistical Institute**. Voorburg, The Netherlands, 1997.

GIRAFFA, L. M. M. Uma odisséia no ciberespaço: O *software* educacional dos tutoriais aos mundos virtuais. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 17, n. 1, 2009.

GLADCHEFF A. P.; ZUFFI E. M.; SILVA D. M., Um Instrumento para Avaliação da Qualidade de *Software* Educacionais de Matemática para o Ensino Fundamental, Anais do XXI Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, WIE'2001, **Anais da XXI SBC**, Fortaleza: CE, 2001.

GOMES, A. S. Referencial teórico construtivista para avaliação de *software* educativo. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 16, n. 2, mai./ago, 2008. p. 9-21. Disponível em: <<http://ceie-sbc.educacao.ws/pub/index.php/rbie/article/view/75/73>>. Acesso em: 7 abr. 12.

GOMES, A. S.; CASTRO FILHO J. A.; GITIRANA V., SPINILLO A.; ALVES M.; MELO M.; XIMENES J. Avaliação de *software* educativo para o ensino de matemática, **WIE'2002**, Florianópolis: SC, 2002.

GOMES, A. S.; LINS W. C. B.; GITIRANA, V., **Adequação de Software Educativo e Formação Continuada**. 2003. Disponível em: <http://www.cin.ufpe.br>. Acesso em: 06 Ago. 2012, 14:50:05.

GUIA DE INTRODUÇÃO DO NVIVO. 2011. Disponível em: http://www.qsrinternational.com/other-languages_portuguese-resources.aspx. Acesso em: 10 Jul. 2012, 13:00:45.

GUIMARÃES, G. Categorização e representação de dados: o que sabem alunos do Ensino Fundamental? In: BORBA, R.; GUIMARÃES, G. (orgs.). **A pesquisa em educação matemática: repercussões na sala de aula**. São Paulo: Cortez, 2009.

ISO9126-1. International Organization for Standardization. **Information technology - Software quality characteristics and metrics - Part 1: Quality characteristics and sub-characteristics**. ISO/IEC 9126-1 (Committee Draft), 1997.

KONOLD, C.; MILLER, C., D. **TinkerPlots: Dynamic data exploration**. Emeryville, CA: Key Curriculum Press, 2005.

KONOLD, C. Designing a data tool for learners. In M. Lovett & P. Shah (Eds.), **Thinking with data** (pp. 267-291). New York: Taylor & Francis, 2007.

KORTERKAMP, U. H. **The Future of Mathematical Software**. 2002. Disponível em: http://www.researchgate.net/publication/2528194_The_Future_of_Mathematical_Software. Acesso em: 02 fev. 2014, 10:00:32.

LIMA, R.; MAGINA, S. Ler e Interpretar Gráficos Usando as Novas Tecnologias: um estudo com alunos da 4a série do ensino Fundamental. In: IX Encontro Nacional de Educação Matemática, 2007, Belo Horizonte. **Diálogos entre a Pesquisa e a Prática Educativa**. Belo Horizonte: Dantas Projetos Digitais, v. 1., 2007, p. 1-16.

LIRA, O. **O uso de ferramentas do software TinkerPlots para a interpretação de gráficos**. 2010. 195f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação. Centro de Educação. Universidade Federal de Pernambuco. Recife/PE, 2010.

LOPES, R. P. Um novo professor: novas funções e novas metáforas. In: ASSMANN, H. (Org.) **Redes Digitais e metamorfose do aprender**. Rio de Janeiro: Vozes, 2005.

MINAYO, C. S. (Org.); DESLANDES, S. F.; GOMES, R. **Pesquisa social**: teoria, método e criatividade. 25 ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2007.

MONTEIRO, Carlos Eduardo ferreira. Interpretação de gráficos: atividade social e conteúdo de ensino. In: **XXII Reunião Anual da Associação Nacional de Pós-graduação em Educação – ANPED**, 1999, Caxambú – MG. Diversidade e desigualdade. Desafios para a educação na fronteira do século. 1999.

OLIVEIRA, C. C.; COSTA, J. W.; MOREIRA, M. **Ambientes informatizados de aprendizagem**: produção e avaliação de *software* educativo. São Paulo: Papirus, 2001.

ROCHA, A.R; CAMPOS, G. H. B. Avaliação da qualidade de *software* educacional, **Em aberto**, Brasília ano 12, (57), jan/mar. 1993, p. 32-44.

SEDIG, K.; KLAWE, M.; WESTROM, M. Role of Interface Manipulation Style and Scaffolding on Cognition and Concept Learning in Learnware. **ACM Transactions on Computer-Human Interaction**, v. 8, n. 1, mar/ 2001, p.34–59.

SELVA, A. C. V. Gráficos de barras na Educação Infantil e séries iniciais: propondo um modelo de intervenção pedagógica. In: BORBA, R.; GUIMARÃES, G. (orgs.). **A pesquisa em educação matemática**: repercussões na sala de aula. São Paulo: Cortez, 2009.

SILVA, R. Avaliação de *Software* Educacional: critérios para definição da qualidade do produto. In: **III Simpósio Nacional ABCiber**, 2009, São Paulo.

TROUCHE, L. From artifact to instrument: mathematics teaching mediated by symbolic calculators. **Interacting with Computers**, 15, 2003, p. 783–800.

VALENTE, J. A. Por que o computador na educação? In: VALENTE, J. A. **Computadores e conhecimento**: repensando a educação. Gráfica Campinas: central da Unicamp, 1993.

_____. Análise dos diferentes tipos de *software* usados na educação. In: VALENTE (Org.) **Computadores na sociedade do Conhecimento**. Campinas: NIED – Unicamp, 1999. Disponível em: www.ned.unicamp.br/oea. Acesso em: 13 Ago. 2011, 10:30:43.

VIALI, L.; SEBASTIANI, R. G. Ensino de Estatística na escola básica com o recurso da planilha. LOPES, C. E.; COUTINHO, C. Q. S. C.; ALMOULOU, S. A. (Orgs.). **Estudos e reflexões em Educação Estatística**. Campinas, SP: Mercado das Letras, 2010.

VIEIRA, M. **Análise exploratória de dados**: uma abordagem com alunos do ensino médio. Dissertação de Mestrado em Educação Matemática. PUC/SP, 2008.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 4 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

WATSON, J.; DONNE, J. TinkerPlots as a Research Tool to Explore Student Understanding. **Technology Innovations in Statistics Education**, 3(1), 2009.

WOLFF, J. F. S. Avaliação de *Software* Educacionais: critérios para seleção de *software* educacionais para ensino de Matemática. **Ciência e conhecimento**, Revista Eletrônica da Ulbra São Jerônimo, v. 3, ano 1, 2008, p. 1-14.

APÊNDICE A – Roteiro de entrevista inicial semi-estruturada

- Qual a sua idade?
- Para que você usa o computador em casa e na escola?
- O que você acha de usar o computador para aprender matemática?
- Quais os tipos de gráfico que você conhece?
- Você acha fácil ou difícil interpretar gráficos (responder perguntas sobre eles). Por quê?
- Você já trabalhou com gráficos no computador? Como foi?
- Você pode desenhar um gráfico aqui nesse papel? Pode usar lápis de cor se você quiser.

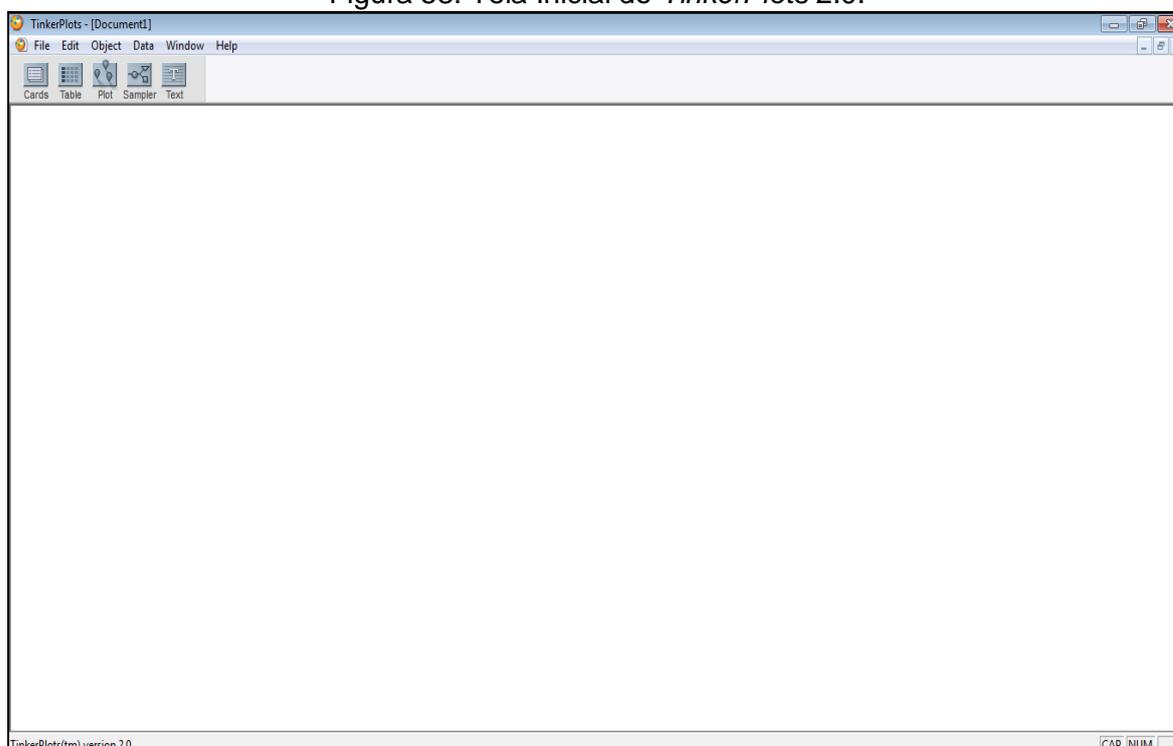
APÊNDICE B – Roteiro para a entrevista final semi-estruturada

- O que você achou de usar o *Tinkerplots*?
- O que achou mais legal?
- O que não gostou?
- O que você achou mais fácil?
- E o que foi mais difícil fazer?
- Você conseguiu resolver os problemas? Como fez para resolvê-los?
- Quais as ferramentas que você mais usou?
- O *software* ajudou a fazer algo que você não faria no papel?
- O *software* ajudou a aprender algo sobre gráficos que você não sabia?
- As minhas intervenções (da pesquisadora) ajudaram a você na resolução de algum problema em particular. Você lembra qual foi?

APÊNDICE C- Funcionamento do *TinkerPlots*

O *TinkerPlots* dispõe inicialmente (Figura 53) de um espaço em branco para criação de gráficos, tabelas, bancos de dados, bem como um banco de modelos de atividades já prontas. As atividades produzidas podem ser salvas e impressas, além, da possibilidade de importar dados de outras fontes como: o banco de dados do próprio programa, planilhas do Excel e dados da Internet.

Figura 53: Tela Inicial do *TinkerPlots* 2.0.

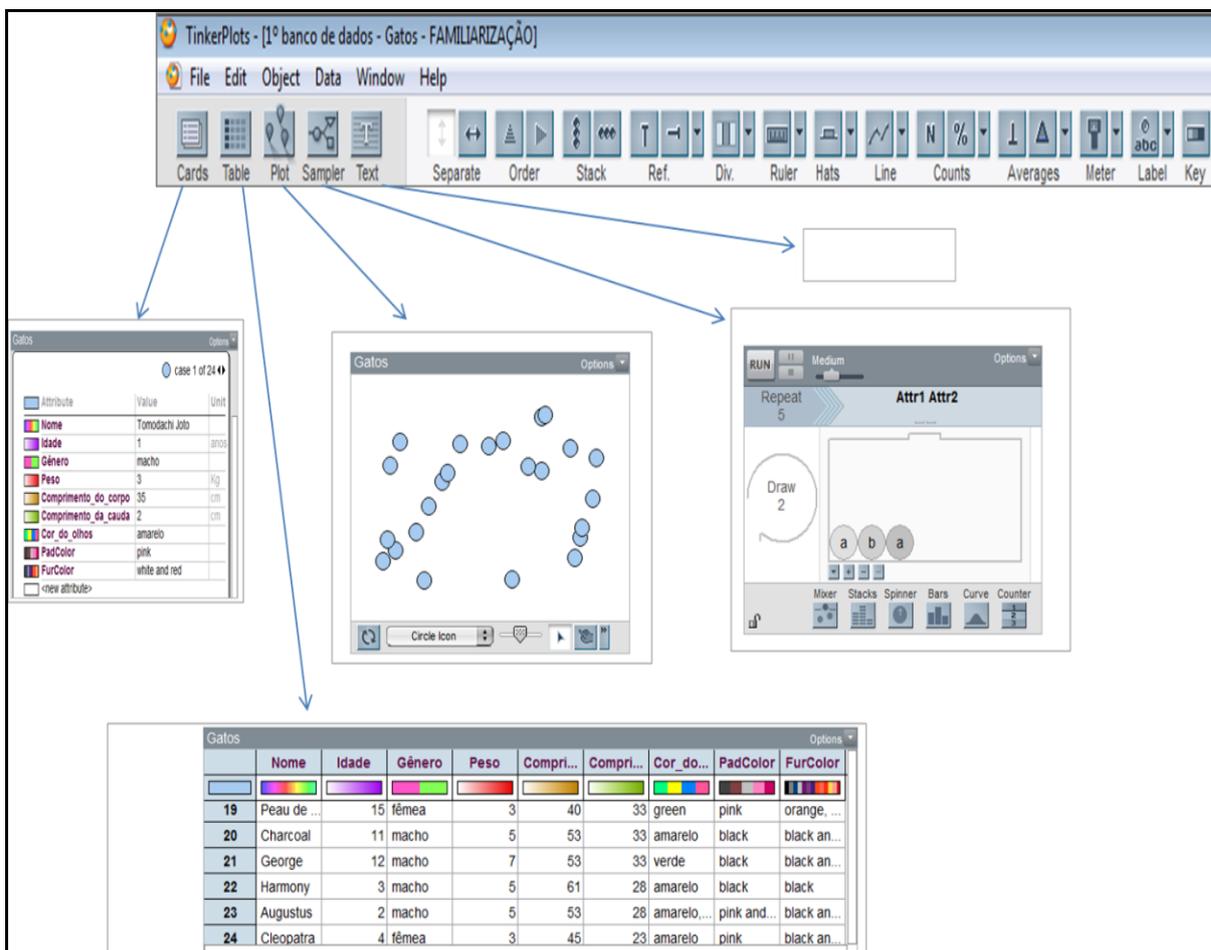


Fonte: *TinkerPlots* 2.0 (2013)

Além de conter as funções básicas encontradas em outros *software* (como arquivo, editar, janelas e ajuda), há sete tipos diferentes de objetos que podem ser incorporados a um documento no *TinkerPlots*: *cards*, *table*, *plots*, *samplers*, *text*, *sliders*, *pictures*.

O *TinkerPlots* apresenta cinco botões principais localizados no canto superior esquerdo do *TinkerPlots* relacionados a cinco desses objetos. Após abrir algum dos arquivos de banco de dados, cada um desses botões representará uma forma diferente de visualização dos dados como demonstra a Figura 54, na qual foram usadas setas para facilitar a identificação.

Figura 54: Exemplos de representações geradas a partir das ferramentas *cards*, *table*, *plot*, *sampler* e *text* no *TinkerPlots*.

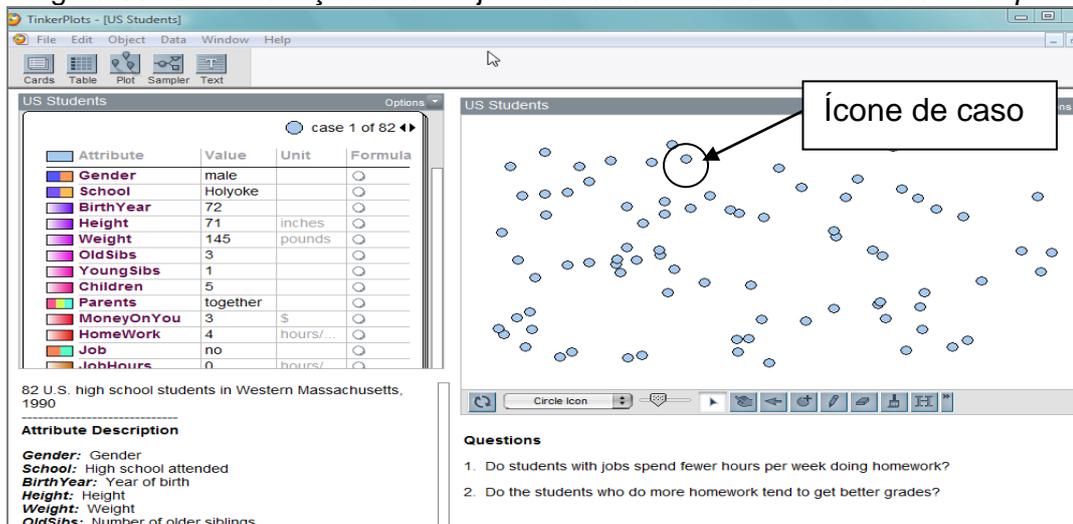


Fonte: Elaborado pela autora.

Os cartões de dados (*cards*) apresentam os dados da pesquisa, incluindo atributos, valor e unidade de medida. Em *table* é possível visualizar os casos dos *cards* em uma tabela. Utilizando a ferramenta *plot* os casos podem ser organizados graficamente (ícones circulares, imagens, barras verticais e horizontais, dentre outros). A ferramenta *sampler* trabalha com probabilidades e, por fim, a ferramenta *text* possibilita a criação de caixas de texto.

Ao iniciar o trabalho com um banco de dados e ativar a ferramenta *plot* no *TinkerPlots*, ícones de casos individuais aparecem arranjados aleatoriamente. Cada círculo, ou ícone de caso, no *plot* representa um caso. No exemplo da Figura 55, os ícones arranjados aleatoriamente representam um estudante do banco de dados.

Figura 55: Demonstração do arranjo inicial aleatório dos ícones de caso no *plot*.

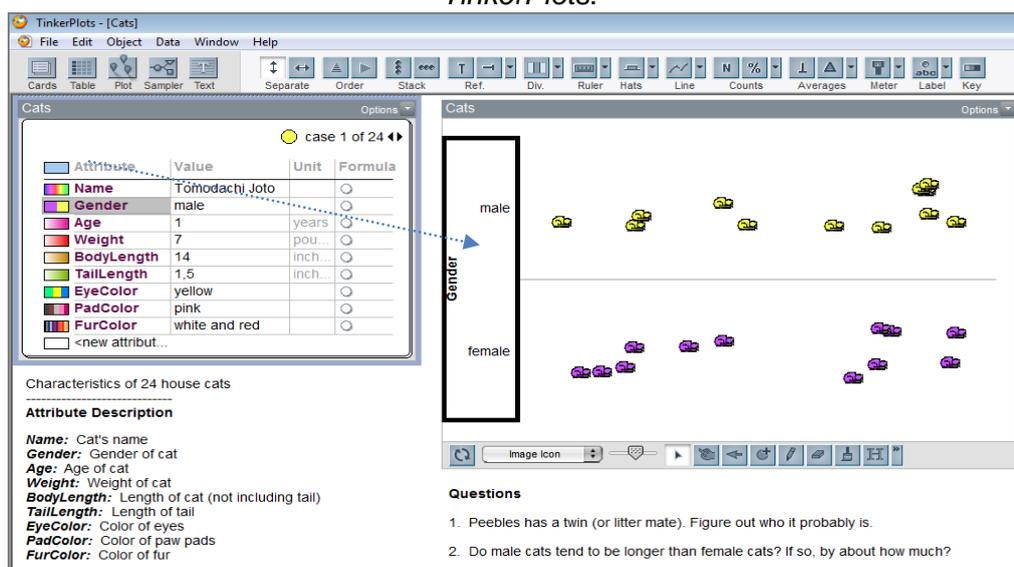


Fonte: *TinkerPlots 2.0* (2013)

Em seguida, o usuário pode escolher as variáveis (atributos) com as quais deseja trabalhar, e arrastá-las para a área do *plot*.

Ao selecionar as variáveis com as quais se quer trabalhar, os ícones se movimentam e se agrupam de acordo com elas. No exemplo abaixo, a variável gênero foi arrastada para o *plot* gerando a visualização apresentada na Figura 56.

Figura 56: Exemplo de visualização ao arrastar variáveis do *cards* para o gráfico no *TinkerPlots*.



Fonte: *TinkerPlots 2.0* (2013)

A maioria dos objetos também possui um menu contextual, contendo comandos que podem ser necessários ao longo do trabalho no *software*. Assim clicando no botão *plot*, outras treze ferramentas permitem a exploração dos ícones sob diferentes perspectivas: *separate*, *order*, *stack*, *reference line*, *dividers*, *ruler*, *hats*, *line*, *counts*, *averages*, *meter*, *label*, *key* (Figura 57), dispostos em uma barra de ferramenta superior.

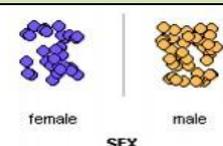
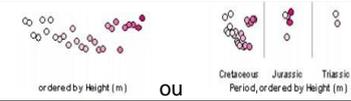
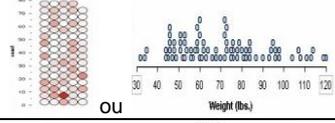
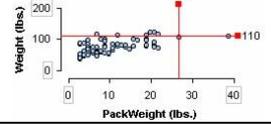
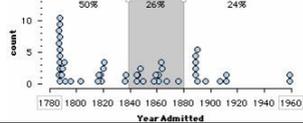
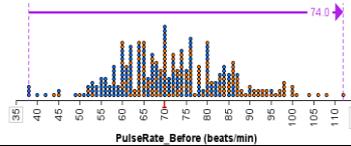
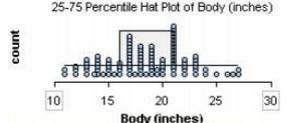
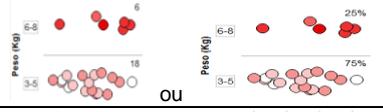
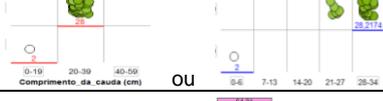
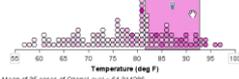
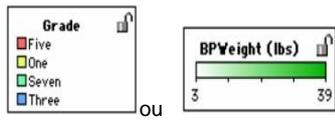
Figura 57: Menu contextual a partir do uso do *plot*.



Fonte: *TinkerPlots 2.0* (2013)

O Quadro 14 apresenta a descrição de cada uma dessas ferramentas do menu contextual do *plot*, com exemplos das visualizações geradas nos dados a partir da sua utilização:

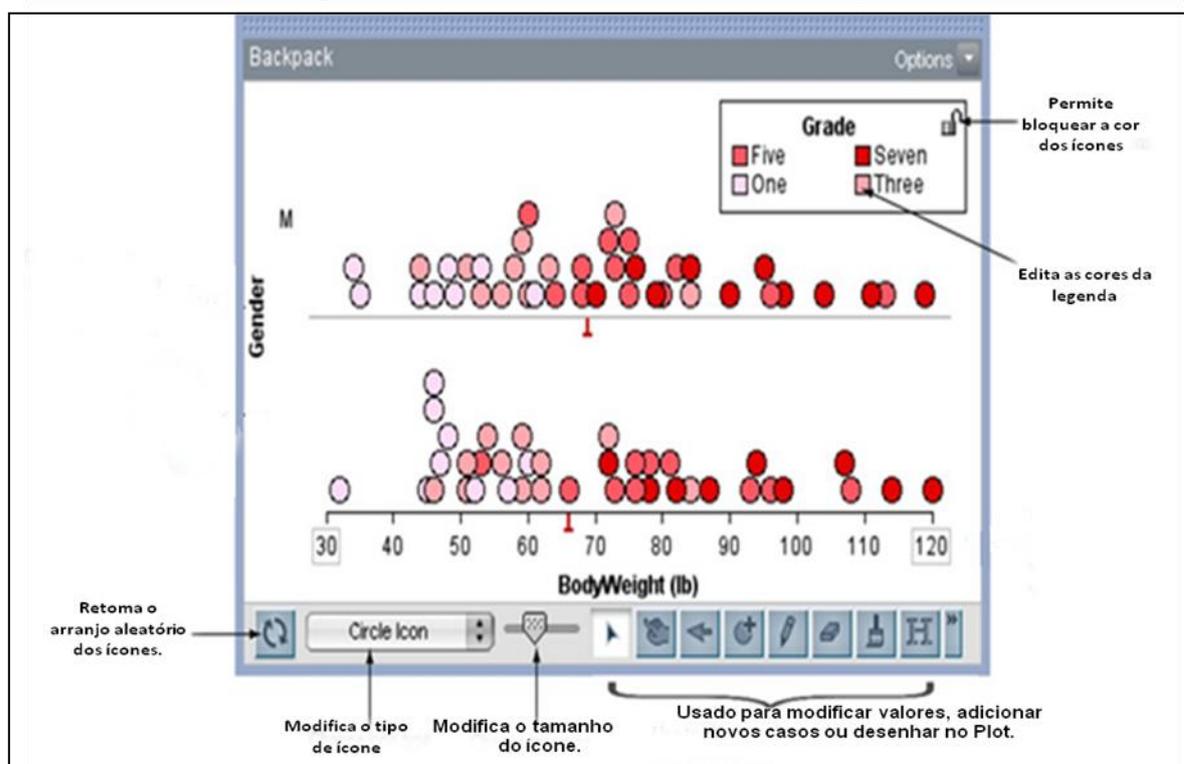
Quadro 14: Descrição das funções dos ícones do menu contextual do *plot*.

FERRAMENTA	FUNÇÃO	EXEMPLO DE VISUALIZAÇÃO
Separate	Separa os casos em grupos de acordo com os valores dos atributos, como por exemplo, separar um grupo de estudantes de acordo com o sexo. Quando o <i>separate</i> é ativado, o <i>TinkerPlots</i> acrescenta linhas entre os grupos e rótulos nomeando cada grupo.	
Order	Ordena casos por seus valores de atributos. Pode ordenar os ícones dos casos vertical ou horizontalmente.	
Stack	Empilha os ícones em linhas horizontais ou verticais.	
Reference Line	Adiciona uma ou mais linhas de referência que podem ser usadas para ajudar a visualizar um eixo, marcar um ponto crítico, ou chamar a atenção para uma determinada parte do gráfico ou caso.	
Dividers	Apresenta divisórias totalmente separadas com atributos numéricos para dividir o gráfico em seções. As divisórias podem ser usadas juntamente com contagens ou porcentagens de casos em cada seção.	
Ruler	Mede a distância entre os pontos em um eixo contínuo. É útil para computar o intervalo de uma distribuição ou a diferença entre as médias de dois grupos. Também é possível usá-la para criar uma medida de variabilidade em torno de uma média.	
Hats	Divide um atributo numérico em três seções que se parecem um pouco como um chapéu. Existe um "coroa" central, e, em ambos os lados da coroa, duas "abas". As abas se estendem para os valores mínimo e máximo.	
Line	Conecta casos e outras características na trama com linhas.	
Counts	Mostra o número (ou porcentagem) dos casos dentro de cada seção de um gráfico.	
Averages	Localiza a média, mediana ou moda de um atributo numérico.	
Meter	Medidor de cor para ajudar a determinar se dois atributos contínuos estão associados.	
Label	Apresenta o valor ou nome de cada caso próximo do ícone.	
Key	Mostra o atributo que é selecionado e os valores que estão associados com as cores em uma legenda. Para um atributo de categoria, a chave mostra a cor de cada valor. Para um atributo numérico, a chave de cores mostra a cor do gradiente e o intervalo de valores de atributo na trama (3-39 neste exemplo).	

Fonte: Elaborado pela autora.

Outra parte das ferramentas do *plot* encontra-se em uma barra inferior da janela (Figura 58).

Figura 58: Barra de ferramentas inferior do *plot*.

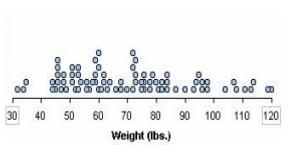
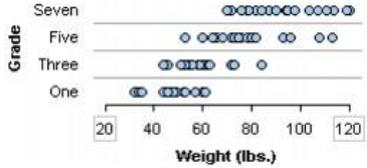
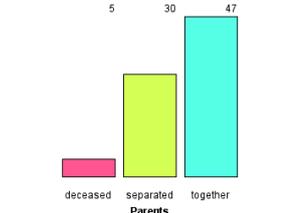
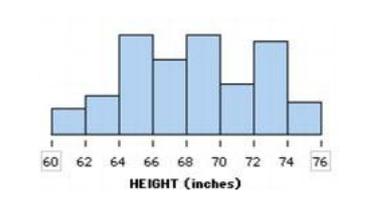
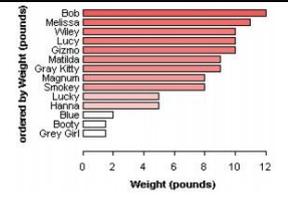
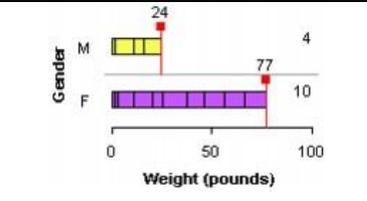
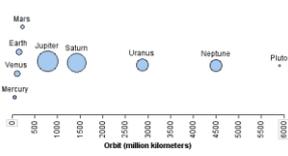
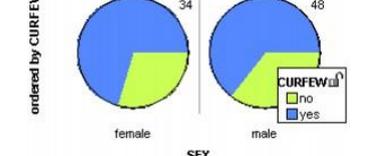
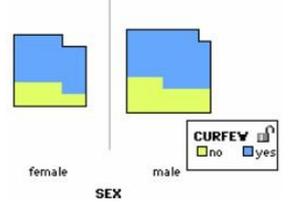
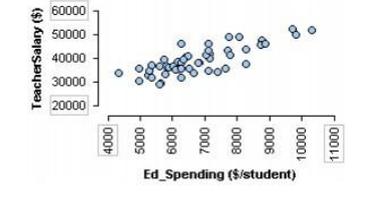
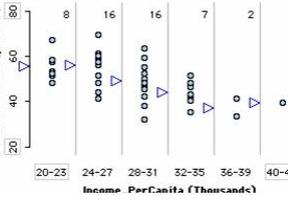
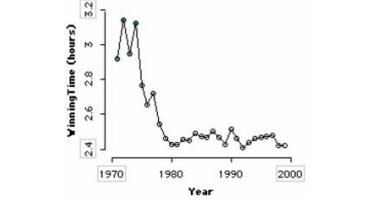
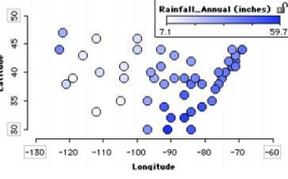
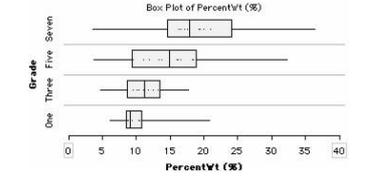
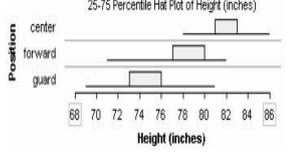


Fonte: *TinkerPlots 2.0* (2013)

Dessa forma, como já mencionado, o *TinkerPlots* não possui um menu de telas prontas com gráficos de barra, de pizza ou histogramas, que requeira do estudante apenas clicar e escolher o tipo de gráfico, ao invés disso, os estudantes precisam construir estas e outras representações através da organização progressiva dos ícones na janela do *plot* usando recursos como *Order*, *Stack* e *Separate*, por exemplo.

Assim, podem ser criados 16 tipos de gráficos diferentes, segundo a ajuda online. O Quadro 15 apresenta exemplos desses gráficos.

Quadro 15: Exemplos de gráficos que podem ser criados no *TinkerPlots*.

<p><i>Stacked dot plot</i></p>		<p><i>Dot plot</i></p>																
<p><i>Frequency bar graph</i></p>		<p><i>Histogram</i></p>																
<p><i>Value bar graph</i></p>		<p><i>Stacked value bar graph</i></p>																
<p><i>Value circle graph</i></p>		<p><i>Pie graph</i></p>																
<p><i>Rectangle graph</i></p>		<p><i>Scatter plot</i></p>																
<p><i>Binned scatter plot</i></p>		<p><i>Time series graph</i></p>																
<p><i>Dot map</i></p>		<p><i>Box plot</i></p>																
<p><i>Hat plot</i></p>		<p><i>Frequency table</i></p>	<table border="1" data-bbox="1037 1803 1404 1960"> <tr> <td rowspan="2">SEX</td> <td>female</td> <td>17 (35%)</td> <td>31 (65%)</td> </tr> <tr> <td>male</td> <td>10 (29%)</td> <td>24 (71%)</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>no</td> <td>yes</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">CURFEW</td> </tr> </table>	SEX	female	17 (35%)	31 (65%)	male	10 (29%)	24 (71%)			no	yes			CURFEW	
SEX	female	17 (35%)	31 (65%)															
	male	10 (29%)	24 (71%)															
		no	yes															
		CURFEW																

Fonte: *TinkerPlots* 2.0 (2013)