

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E**  
**MATEMÁTICA**

**HENDRICKSON ROGERS MELO DA SILVA**

**A AVALIAÇÃO EM MATEMÁTICA EM FORMA DE TEIA COM ASSISTÊNCIA**  
**CONTÍNUA AO ESTUDANTE**

Maceió  
2017

HENDRICKSON ROGERS MELO DA SILVA

**A AVALIAÇÃO EM MATEMÁTICA EM FORMA DE TEIA COM ASSISTÊNCIA  
CONTÍNUA AO ESTUDANTE**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Ediel Azevedo Guerra

Maceió  
2017

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**

**Bibliotecária Responsável: Janaina Xisto de Barros Lima**

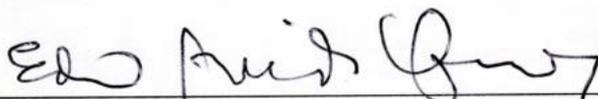
S586a	<p>Silva, Hendrickson Rogers Melo da. A avaliação em Matemática em forma de teia com assistência contínua ao estudante / Hendrickon Rogers Melo da Silva. – 2017. 113 f.: il.</p> <p>Orientadora: Ediel.Azevedo Guerra. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Educação. Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Maceió, 2017.</p> <p>Acompanha produto educacional originado da Dissertação. Bibliografia: f. 96-103. Apêndices: f. 104-111. Anexos: f. 112-113.</p> <p>1. Matemática – Ensino e aprendizagem. 2. Filosofia da Teia. 3. Didática. 3. Ensino auxiliado por computador. 4. Teorias psicológicas. I. Título.</p> <p>CDU: 372.851</p>
-------	--

HENDRICKSON ROGERS MELO DA SILVA

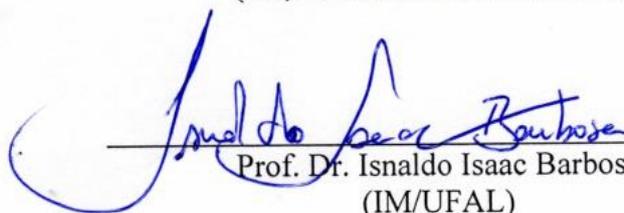
**A AVALIAÇÃO EM MATEMÁTICA EM FORMA DE TEIA COM  
ASSISTÊNCIA CONTÍNUA AO ESTUDANTE**

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática – Área de Concentração “Ensino de Matemática”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Centro de Educação da Universidade Federal de Alagoas, aprovada em 27 de abril de 2017.

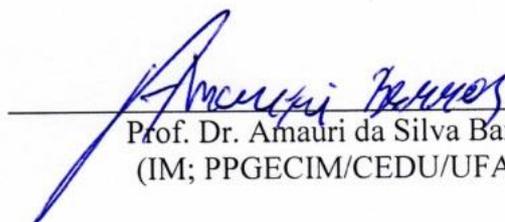
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Ediel Azevedo Guerra  
Orientador e presidente  
(IM; PPGECIM/CEDU/UFAL)



Prof. Dr. Isnaldo Isaac Barbosa  
(IM/UFAL)



Prof. Dr. Amauri da Silva Barros  
(IM; PPGECIM/CEDU/UFAL)

Dedico esta pesquisa a todos aqueles que usam o que receberam do Criador para adaptar conhecimento útil às necessidades da humanidade.

## Agradecimentos

Agradeço ao bom Criador Jesus Cristo pelo privilégio da existência com saúde e em condições de oportunizar aos que me circundam (e aos distantes também) conhecimento útil e esperançoso, cooperando com Ele em Seu abnegado serviço em prol da salvação de todos, contribuindo para que O permitam tornar-Se conhecido ao menos parcialmente, até o Dia em que Ele provará Sua existência plenamente, tanto aos que O deduziam quanto aos que O reduziam.

À minha linda e generosa esposa Everane Cristina pela paciência concedida, e todas as outras benesses.

À nossa *filhotinha* Eva Christine por sua compreensão para com o papai, quando este lhe dizia (vez após outra) que não daria para passear de bicicleta naquela tarde...

À minha mãe Claudineide Melo e ao meu pai Euvaldo Silva por suas orações em meu favor, pela formação que deles recebi, seus ensinamentos acertados, dentre os quais sempre esteve Jesus Cristo, e, enfim, por tudo de valioso que se esforçaram/esforçam para me oferecer.

Aos meus estudantes – aos que permitem as e se esforçam pelas aprendizagens, e aos que resistem e me/se atrapalham. Os primeiros são como meus frutos. Os segundos, grande parte de meu incansável aprimoramento.

Ao professor Ediel Azevedo, pelo companheirismo, pela solicitude, pelas orientações e sugestões sempre precisas; aos professores Amauri Barros e Isnaldo Barbosa, pelas contribuições à dissertação e ao produto educacional; pelos três juntos aceitarem o desafio do curto tempo para avaliar as duas produções (por causa do despontar da oportunidade de uma vaga para mim no doutorado). Não vou me esquecer desse ato solidário e de amizade! Aos professores do mestrado, pelo que compartilharam, pelas oportunidades semeadas e pelo PPGECIM.

*“A ciência oferece um caminho mais seguro para Deus do que a religião.”* (Paul Davies)

## Resumo

Adaptar conhecimento útil às necessidades matemáticas individuais e peculiares de cada estudante em meio à coletividade de uma sala de aula inteira, e avaliar o resultado desse empreendimento são o escopo da filosofia da *teia* – a estratégia didático-matética explorada neste trabalho. Nesta dissertação objetivou-se construir uma cultura didática de aprendizagem da matemática, de natureza construtivista, que articula de modo personalizado aprendizagem e avaliação, a qual pode ser vivenciada na prática educativa em sala de aula e *online*, com e sem as tecnologias digitais, muito embora somente com estas ferramentas se usufrua plenamente o conjunto de elementos desse estilo avaliativo. Com base nas premissas de que o modelo da *teia* é uma nova concepção de estratégia didática na qual se articulam a aprendizagem e a avaliação do educando gerada a partir de teorias psicológicas, as quais tanto a compõem quanto ganham novos significados durante tal entrelaçamento; e que a proposta pedagógica embutida nesse estilo de avaliação oportuniza ao educador matemático flexibilidade e atualização no processo ensino-aprendizagem-avaliação; e também que a *teia* pode favorecer o interesse por aprender Matemática, se oferece nesta pesquisa um breve histórico da avaliação da aprendizagem humana, a articulação dos elementos psicológicos e estatístico dessa filosofia avaliativa e, através da pesquisa-ação se validou as hipóteses de trabalho. Além de quatro artigos científicos publicados em revistas qualificadas, esta dissertação resultou na assimilação de inteligências: (na dimensão docente) no estabelecimento de que avaliar com adaptabilidade seja sinônimo de inteligência na visão de grupo, e (na dimensão discente) a inteligência do entendimento de que se pode ter suas peculiaridades cognitivas assistidas no processo ensino-aprendizagem-avaliação em Matemática. O produto educacional resultante é o Manual da Teia, onde o professor de Matemática encontra o passo a passo para construir sua própria *teia* e usá-la cotidianamente com seus estudantes.

**Palavras-chave:** Filosofia da Teia. Avaliação adaptativa em Matemática. Teorias Psicológicas. Assistência. TIC.

## **Abstract**

Adapting useful knowledge to the individual and unique mathematical needs of each student in the midst of an entire classroom, and evaluating the outcome of this endeavor are the scope of the web philosophy - the didactic-mathematic strategy explored in this work. This dissertation aims to construct a didactic learning culture of mathematics, of a constructivist nature, that articulates in a personalized way learning and evaluation, which can be experienced in classroom and online educational practice, with and without digital technologies, much. Although it is only with these tools that the elements of this evaluative style are fully utilized. Based on the assumptions that the model of the web is a new conception of didactic strategy in which the learning and evaluation of the student generated by psychological theories are articulated, which both compose it and gain new meanings during such interlacing; And that the pedagogical proposal embedded in this style of evaluation gives the mathematical educator flexibility and updating in the teaching-learning-evaluation process; And also that the web can favor the interest in learning Mathematics, it offers in this research a brief history of the evaluation of human learning, the articulation of the psychological and statistical elements of this evaluative philosophy and, through action research, the working hypotheses were validated. In addition to four scientific articles published in qualified journals, this dissertation resulted in the assimilation of intelligences: (in the teaching dimension) in the establishment of which to evaluate with adaptability is synonymous with intelligence in the group view, and (in the student dimension) the intelligence of the understanding of That can have its cognitive peculiarities assisted in the process teaching-learning-evaluation in Mathematics. The resulting educational product is the Web Manual, where the Math teacher finds the step-by-step to build his own web and use it daily with his students.

**Keywords:** Philosophy of the Web. Adaptive assessment in Mathematics. Psychological Theories. Assistance. TIC.

## Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>CONTEXTOS DA AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM HUMANA.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1</b>	<b>A avaliação da aprendizagem do século XVI até o início do século XIX (prelúdio).....</b>	<b>19</b>
2.1.2	Avaliando-se diante da leitura sobre avaliação (interlúdio).....	20
<b>2.2</b>	<b>A avaliação da aprendizagem do século XIX até o início do século XXI (poslúdio).....</b>	<b>21</b>
<b>3</b>	<b>AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM (AVA) E EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA (EAD) – INTRODUTORES DO ENSINO HÍBRIDO.....</b>	<b>32</b>
<b>3.1</b>	<b>Entendendo o que é um Blog.....</b>	<b>32</b>
<b>3.2</b>	<b>Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA).....</b>	<b>33</b>
<b>3.3</b>	<b>Educação a Distância (EaD).....</b>	<b>35</b>
<b>3.4</b>	<b>O Ensino Híbrido (ou Blended Learning).....</b>	<b>36</b>
<b>4</b>	<b>BREVE HISTÓRIA DA TEIA.....</b>	<b>38</b>
<b>4.1</b>	<b>Origens da ideia.....</b>	<b>38</b>
<b>4.2</b>	<b>A teia realizada apenas com lápis e caderno – lições introdutórias.....</b>	<b>38</b>
<b>5</b>	<b>ARTICULAÇÃO DAS TEORIAS COMPONENTES DA TEIA.....</b>	<b>44</b>
<b>5.1</b>	<b>A teia – uma estratégia didática.....</b>	<b>45</b>
<b>5.2</b>	<b>Os itens de uma teia estão no contexto da Aprendizagem Significativa.....</b>	<b>46</b>

<b>5.3</b>	<b>A Avaliação em Forma de Teia e a Teoria de Resposta ao Item (TRI).....</b>	<b>49</b>
<b>5.4</b>	<b>A teia é uma Avaliação Dinâmica.....</b>	<b>55</b>
<b>5.5</b>	<b>A teia está dentro do contexto da aprendizagem via conceitualização (Teoria dos Campos Conceituais).....</b>	<b>58</b>
<b>5.6</b>	<b>Na teia há minimização da sobrecarga cognitiva e promoção de uma assistência contínua ao aprendiz.....</b>	<b>59</b>
<b>5.7</b>	<b>Planejando a assistência contínua no contexto da Psicologia da Educação Virtual.....</b>	<b>61</b>
<b>6</b>	<b>PROBLEMAS (ITENS) E A DIALÉTICA FERRAMENTA-OBJETO.....</b>	<b>64</b>
<b>6.1</b>	<b>Problemas e os níveis de funcionamento do conhecimento.....</b>	<b>67</b>
<b>6.2</b>	<b>A filosofia da teia e a articulação das teorias de Regine Douady (1986) e Aline Robert (1998).....</b>	<b>68</b>
<b>6.3</b>	<b>Problemas (ítems) com níveis de complexidade crescente.....</b>	<b>69</b>
<b>6.4</b>	<b>Natureza do conceito focalizado e tipo de quadro.....</b>	<b>70</b>
<b>6.5</b>	<b>Tipos de problemas e seus níveis de complexidade.....</b>	<b>70</b>
<b>6.6</b>	<b>Exemplo prático: planejamento da teia sobre Medidas de Tendência Central e Dispersão.....</b>	<b>71</b>
<b>6.7</b>	<b>Exemplo prático: três itens de uma teia e a presença de sua filosofia.....</b>	<b>73</b>
<b>7</b>	<b>A PESQUISA-AÇÃO.....</b>	<b>77</b>
<b>7.1</b>	<b>Introdução: intenções do pesquisador e benefícios previstos.....</b>	<b>77</b>
<b>7.2</b>	<b>Reconhecimento (investigação de trabalho de campo e revisão da literatura).....</b>	<b>77</b>
<b>7.2.1</b>	<b>Da situação.....</b>	<b>78</b>
<b>7.2.2</b>	<b>Dos participantes (o próprio e outros).....</b>	<b>78</b>
<b>7.2.3</b>	<b>Das práticas profissionais atuais.....</b>	<b>79</b>

7.2.4	Da intencionalidade e do foco temático inicial.....	79
<b>7.3</b>	<b>Cada ciclo.....</b>	<b>80</b>
7.3.1	Planejamento: da preocupação temática (ou ciclo anterior) ao primeiro passo de ação.....	80
7.3.2	Implementação: relato discursivo sobre quem fez o quê, quando, onde, como e por quê.....	80
7.3.2.1	Segunda teia do estudante A – assunto: Sistemas Lineares e (sub)espaços vetoriais.....	82
7.3.2.2	Segunda teia do estudante B – assunto: Sistemas Lineares.....	83
7.3.2.3	Segunda teia da estudante C – assunto: Triângulos.....	85
7.3.3	Relatório de pesquisa sobre os resultados da melhora planejada.....	87
7.3.3.1	Resumo e base racional do(s) método(s) de produção de dados.....	87
7.3.3.2	Apresentação e análise dos dados.....	88
7.3.3.3	Discussão dos resultados: explicações e implicações.....	90
7.3.4	Avaliação.....	92
7.3.4.1	Da mudança na prática: o que funcionou ou não funcionou e por quê.....	92
7.3.4.2	Da pesquisa: em que medida foi útil e adequada.....	93
<b>7.4</b>	<b>Considerações finais.....</b>	<b>95</b>
7.4.1	Sumário de quais foram as melhorias práticas alcançadas, suas implicações e recomendações para a prática profissional do próprio pesquisador e de outros.....	95
7.4.2	Sumário do que foi aprendido a respeito do processo de pesquisa-ação, suas implicações e recomendações para fazer o mesmo tipo de trabalho no futuro.....	96
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>98</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>106</b>

<b>ANEXOS</b> .....	114
---------------------	-----

## 1 Introdução

A avaliação da aprendizagem dos estudantes é de crucial importância na prática educativa em qualquer nível de ensino. Nesta dissertação propomos uma estratégia didática à qual denominamos *teia* na qual se busca articular estratégias de aprendizagem e de avaliação. Mais explicitamente, o objetivo geral desta dissertação é apresentar uma resposta para a pergunta seguinte: “como construir uma estratégia didática de aprendizagem da matemática de teor construtivista que articule de modo personalizado aprendizagem e avaliação e que possa ser aplicada na prática educativa em sala de aula ou *online*? Ou seja, em nossa terminologia, o que é a estratégia didática denominada *teia* e como elaborar uma *teia*?”.

Como bem se sabe, foram muitos os projetos do governo para a preparação personalizada dos estudantes brasileiros para o ENEM 2016 – a saber, MECflix<sup>1</sup>, Plataforma de Estudo<sup>2</sup>, X da Questão<sup>3</sup>, etc. – todos esses, projetos de ensino personalizado *online*, mas também com a opção de baixar vídeos para os estudos *offline*.

Isto parece ser um claro reflexo das pesquisas dentro da avaliação da aprendizagem humana (é importante ser específico, pois a aprendizagem de máquina também está em alta), as quais investigam a avaliação personalizada no contexto de um ensino híbrido e também personalizado (PIMENTEL et al., 2003; RISSOLI, 2007; KOEDINGER et al., 2013; YUDELSON et al., 2013), alvejando-se identificar os níveis de aprendizagem real e potencial do estudante (VYGOTSKY, 1980) através de sistemas tutores inteligentes (KOEDINGER et al., 2013) e sistemas hipermídia adaptativos (FERRARO et al., 2005); ou seja, por meio da programação computacional.

De acordo com Sakowski e Tóvolli (2015), no Brasil a aplicação dessas pesquisas na educação acontece por meio de pouquíssimas<sup>4</sup> empresas não estatais e, embora estas pesquisadoras afirmem a existência de várias pesquisas nesse sentido, elas reconhecem que a maioria delas concentra-se nos departamentos de ciência da computação e não nos departamentos da educação.

---

<sup>1</sup> Disponível em <<http://mecflix.mec.gov.br/playlist/matematica-e-suas-tecnologias>>. Acesso em: 07 Mai. 2016.

<sup>2</sup> Disponível em <<http://tvescola.mec.gov.br/tve/serie/hora-do-enem/plataformadeestudos?tab=tab-75-0>>. Acesso em: 07 Mai. 2016.

<sup>3</sup> Disponível em <<http://tvescola.mec.gov.br/tve/serie/hora-do-enem/xdaquestao?tab=tab-104-0>>. Acesso em: 07 Mai. 2016.

<sup>4</sup> As autoras apontam uma única dessas empresas como sendo credenciada pelo MEC, a *Geekie*, disponível em: <<http://www.geekie.com.br>>.

Em nossa pesquisa no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, na Universidade Federal de Alagoas, construímos uma estratégia didática dentro do tema avaliação da aprendizagem em Matemática – a *teia* – a qual pretende demonstrar a possibilidade de avaliar de modo personalizado cada estudante de uma sala de aula, e sem depender da programação computacional tão ubíqua nos já referidos tutores inteligentes e sistemas hiperídia adaptativos.

O autor da dissertação tem colhido evidências da capacidade desse método avaliativo em promover a igualdade de oportunidades entre seus estudantes, enquanto a cada um é permitido revelar sua maneira diferente, singular de aprender conceitos matemáticos – e isso nos ensinos básico e superior. Descobriu-se também que, quando há indícios de que uma determinada *teia* não conseguiu dar a prometida assistência ao estudante solicitante, ajustes feitos *a posteriori* na parte específica dela que talvez tenha falhado (para com determinado estudante), com base nos dados coletados sobre aquele aprendiz (*Big Data*), numa aplicação posterior da mesma *teia* consegue-se verificar se a personalização do processo ensino-aprendizagem-avaliação foi alcançada, se o docente precisa modificar sua metodologia nas aulas do tema avaliado e se existem conceitos ainda não dominados pelo educando. Há um experimento de Silva (2017) com 46 estudantes onde se explora a riqueza da referida assistência e dos ajustes feitos *a posteriori*.

Nesta pesquisa torna-se evidente a relação estreita entre a maneira de avaliar a aprendizagem dos estudantes e a motivação desses estudantes em aprender Matemática quando eles reconhecem a postura pedagógica de seu educador matemático – descobrir o que cada um faz com o conhecimento oportunizado, oportunizando a aprendizagem inclusive durante o momento de avaliá-la. E ao perceberem essa intencionalidade do docente, a prova para eles não se apresenta mais como uma vingança punitiva do professor para seus *vacilos* e desobediências discentes, ou o momento de se discriminar quem sabe de quem não sabe Matemática, aumentando a desigualdade intelectual e até a social. Como Rabelo (2013, p. X) afirma: as concepções pedagógicas do professor e sua prática avaliativa estabelecem as “consequências na relação com seus alunos e na relação deles com o conhecimento”.

Mesmo sem o auxílio das TIC a *teia* funciona e reflete (bem como acarreta) uma afetividade salutar no relacionamento entre educador e educandos. E quando esse estilo de ensino-aprendizagem-avaliação é disponibilizado por meio das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) conectadas à *internet*, então, seu potencial para alcançar

os objetivos do educador e dos educandos nas aulas de Matemática é alargado ao tornar o educador *onipresente*. A assistência ofertada pelo professor no contexto dessa estratégia didática o torna potencialmente *onipresente*, ou seja, ao lado de cada estudante simultaneamente durante todo o tempo que cada um demandou para a realização da *teia*, possibilitando a orientação docente ao mesmo tempo para cada estudante de uma sala de aula, seja na modalidade presencial, na EaD ou no ensino híbrido. É a partir daí que a personalização do processo ensino-aprendizagem-avaliação ocorre e o melhor: sem onerar o trabalho do docente, nem mesmo cobrar tempo extra na correção das provas.

Ao incorporar o modelo da *teia* o educador matemático neutraliza o nefasto e antigo tabu da *prova de matemática*, o qual existe pelo poder segregador e controlador inerente a toda e qualquer avaliação (ESTEBAN, 2008), mas que atua em muitos casos de modo injusto e desigual (D'AMBRÓSIO, 2013) quando se ignora as peculiaridades de cada aprendiz, submetendo uma sala de aula inteira a um mesmo questionário, crendo-se que há coerência psicopedagógica (ou ignorando-se os prejuízos) em estipular o mesmo nível para toda uma coletividade, sem ter como objetivo básico descobrir-se em qual nível está cada estudante. Nesta pesquisa se desestimula tal costume de praticar avaliação sob a ótica unilateral de se descobrir quem de uma sala de aula encontra-se no nível desejado pelo professor, e estimula-se o interesse docente pelos variados níveis matemáticos presentes num mesmo ambiente.

Por outro lado, da perspectiva do docente matemático, avaliar a aprendizagem de suas turmas pode ser sinônimo de dor de cabeça, decepção e trabalho, muito trabalho. A correção das provas pode ser um suplício. Mas isso não se deve somente à prova em si, mas a toda uma conjuntura de ensino-aprendizagem-avaliação onde os aspectos emocionais envolvidos não são levados em consideração, tanto quanto as diferenças *biopsicossociológicas* dos estudantes. A filosofia da *teia* oportuniza uma mudança visceral na maneira como educando e educador enxergam a prova de Matemática.

Essa estratégia (SILVA; GUERRA, 2016) é um modo de avaliação elaborado a partir de elementos das seguintes teorias: Aprendizagem Significativa (AUSUBEL *et al.*, 1980); Zona do Desenvolvimento Proximal (ZDP) e aprendizagem por pares (VYGOTSKY, 1980); Teoria da Resposta ao Item ou TRI (ANDRADE *et al.*, 1998); Avaliação Dinâmica (LUNT, 1994; LIMANA, BRITO, 2008; BRITO, 2011); Teoria dos Campos Conceituais (VERGNAUD, 1994), Teoria da Carga Cognitiva (SWELLER, 1988; MAYER, 2001), todas

no contexto das Psicologias da Educação Virtual (COLL; MONEREO, 2010) e da Educação Matemática (BRITO, 2011).

Embora aparentemente reunindo teorias conflitantes (como por exemplo, a teoria cognitivista de Vergnaud e uma teoria estatística como a TRI, ou Vygotsky, as ideias das cargas cognitivas e o construtivismo piagetiano), a filosofia da *teia* consegue compatibilizar suas teorias componentes, criando uma simbiose operacional entre elas, como se verá *na teoria e na prática* mais adiante.

Nossas hipóteses de pesquisa são: I) O modelo da *teia* é uma nova concepção de estratégia didática de teor construtivista na qual se articulam a aprendizagem e a avaliação do educando gerada a partir de teorias psicológicas, as quais tanto a compõem quanto ganham novos significados durante tal entrelaçamento. II) A proposta pedagógica embutida nesse estilo de avaliação oportuniza ao docente flexibilidade e atualização em seu fazer-ensinar-avaliar matemática. III) A *teia* pode favorecer o interesse por aprender Matemática.

Através da pesquisa-ação (TRIPP, 2005) procurou-se validar a terceira hipótese. Já as duas primeiras são autenticadas também no decorrer da própria explicação da construção teórica da *teia*. Foram escolhidos um universitário (2º período de Engenharia Elétrica), um estudante do ensino médio (2ª série) e um estudante do ensino fundamental (Progressão IV<sup>5</sup>). Por meio de duas *teias* aplicadas em cada um dos três aprendizes – a Sondagem prévia e uma *teia* com conteúdo matemático curricular (sorteada dentre os vários temas vistos ao longo da série/do período) – obtivemos o *Big Data* de cada um deles, do qual vieram as análises. O sorteio ocorreu de acordo com o seguinte algoritmo:

- 1) Sortear um estudante do ensino superior.
- 2) Sortear uma *teia* realizada por ele (de papel ou via TDIC).
- 3) Sortear um estudante do ensino médio.
- 4) Sortear uma *teia* realizada por ele (de papel ou via TDIC).
- 5) Sortear um estudante do ensino fundamental.
- 6) Sortear uma *teia* realizada por ele (de papel ou via TDIC).

---

<sup>5</sup> Disponível em: <<http://www.educacao.al.gov.br/centro-de-documentacao-e-informacao-educacional/superintendencia-de-politicas-educacionais-suped/ensino-fundamental/Orientacao%20para%20Progressao%20Parcial%202014.pdf/view?searchterm=progress%C3%A3o>>. Acesso em: fev. 2017.

As planilhas transcritas e os itens das avaliações podem ser vistos na íntegra nos Apêndices.

O produto educacional resultante desta pesquisa é o Manual da Teia, disponibilizado para a leitura *online* e/ou para *download* em <http://blogdoprofh.com/Produ%C3%A7%C3%A3o/Manual%20da%20TEIA.pdf>, com o objetivo de auxiliar o educador em seu fazer-ensinar-avaliar Matemática, bem como incentivar a Educação a se apoderar de metodologias no processo ensino-aprendizagem-avaliação que façam jus à época em vivemos, com seu conhecimento científico acumulado à luz das teorias psicológicas.

No que se segue é apresentado, em linhas gerais, o modo como se encontra estruturada esta dissertação: o primeiro capítulo contextualiza o leitor com um breve registro de como se avalia a aprendizagem desde o século XVI até o ano de 2015.

Já no segundo capítulo são apresentadas informações sobre *Blogs*, Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), Educação a Distância (EaD) e o ensino híbrido, uma vez que a *teia* tem atuado nesses lugares pedagógicos.

No terceiro capítulo são apresentadas as origens da ideia, tema da dissertação, e sua operacionalização sem o uso das tecnologias digitais.

No capítulo 4 encontram-se as teorias psicológicas componentes da elaboração teórica da *teia*, sua construção e sua operacionalização por meio das TDIC e a formação do *Big Data*.

O quinto capítulo traz os critérios para a construção do banco de itens da *teia* e exemplos práticos da proposta da dissertação por meio do planejamento da Avaliação em forma de Teia sobre Medidas de Tendência Central e Dispersão. Ainda neste extenso capítulo exemplificamos a proposta da dissertação por meio de um banco de itens formado por três problemas, indicando-se a presença da filosofia da *teia*.

No sexto capítulo detalha-se a pesquisa-ação, se discute as duas primeiras hipóteses desta pesquisa e sua validação nos capítulos anteriores e se discute o *Big Data* parcial de três estudantes, com ricas implicações psicopedagógico-tecnológicas.

No capítulo 7 finaliza-se a dissertação com um sumário do que foi aprendido a respeito do processo de pesquisa-ação, suas implicações e recomendações para fazer o mesmo tipo de trabalho no futuro.

## 2 Contextos da Avaliação da aprendizagem humana

Desde as avaliações orais até os *webquests* (questionários resolvíveis na *internet*), as mudanças nos sistemas de representação da informação e comunicação humanas impactam os processos de ensino-aprendizagem-avaliação, e a recíproca também é verdadeira. Hoje em dia, *nativos* e *imigrantes digitais* utilizam os mesmos meios tecnológicos para aprenderem, mas fazendo isso de modo significativamente diferente de acordo com Marc Prensky (2004) citado por Coll e Monereo (2010).

Estes últimos pesquisadores exploram como a essência das ferramentas culturais presentes em um momento específico da História influencia a definição operacional de inteligência, fazendo com que, obter as habilidades necessárias ao manuseio dessas ferramentas, torne-se sinônimo de inteligência na visão do grupo, bem como mudanças nas ferramentas culturais impliquem em mudanças na definição da inteligência valorizada pela sociedade “e, portanto, na orientação do desenvolvimento cognitivo, social e emocional dos indivíduos” (COLL; MONEREO, 2010, p. 51).

Nas seções deste capítulo se verá como cada cultura é caracterizada por produzir atividades mediadas por sistemas de ferramentas, onde tais sistemas conduzem costumes que supõem modos singulares de pensar e organizar a mente no contexto educativo. Nas palavras de Nickerson (2005, p.25 apud COLL; MONEREO, 2010, p. 49): “A tecnologia é produto da cognição e sua produção é um processo cíclico, que se autoperpetua. A cognição inventa a tecnologia, a tecnologia inventada amplifica a habilidade da cognição para inventar tecnologia adicional, a qual amplifica, assim, a cognição”.

Na seção 2.1 se coloca em evidência o tempo que as mudanças mencionadas levam para ocorrer mesmo quando as pesquisas científicas apontam para e sugerem a direção na qual devem ocorrer os processos educativos, e os prejuízos para a escola estando diretamente proporcionais à demora da chegada dessas atualizações na sala de aula. Ainda nesta seção se inicia uma revisão da literatura sobre as mudanças dentro do tema avaliação da aprendizagem a partir do século XVI. Em seguida se oportuniza uma avaliação das práticas avaliativas do leitor-professor. Na seção 2.2 coloca-se em forma de quadro a continuação da revisão da literatura sobre avaliação, inclusive em (mas não apenas de) Matemática, até o surgimento da ideia da *teia*.

## 2.1 A avaliação da aprendizagem do século XVI até o início do século XIX (prelúdio)

Embora os estudos sobre avaliação da aprendizagem estejam resultando em ideias e estratégias que buscam entender a assimilação de saberes por cada estudante, a aprendizagem individual dentro de uma coletividade, a prática dos resultados desses estudos continua restrita a pouquíssimos docentes (ESTEBAN, 2008). A história nos dá indicativos de que longos períodos de tempo antecederam as melhorias do olhar docente no tocante à aprendizagem dos estudantes, à medida que as pesquisas dentro da temática avançavam, mas sempre não seguidas e implementadas imediatamente.

Rabelo (2013) trata do tema avaliação atento as influências pessoais e sociais que estão a atuar sobre o mesmo, sugerindo que a contextualização dos modos de avaliação é sempre oportuna para se encarar a maneira de se proceder exames de aprendizagens por meio de provas, sua trajetória na História da educação brasileira e as implicações de suas metodologias dentro e fora da escola. Ele diz:

A avaliação não é tema recente no meio educacional, mas é frequente a discussão sobre a adequabilidade da forma como está sendo feita, seja na dimensão da sala de aula seja na dimensão de processo externo à escola. A realidade brasileira mostra milhões de crianças e jovens que, ano após ano, experimentam o desânimo, a frustração e o abandono escolar. Isso sugere que, subjacente à avaliação, há uma teia de significados que merecem ser considerados em dimensões amplas e diversificadas e que refletem a complexidade da própria subjetividade dos atores envolvidos: quem avalia e quem é avaliado. A comunidade acadêmica indaga constantemente sobre as consequências que os novos processos de avaliação devem acarretar. É comum atribuir-se a culpa pelo baixo desempenho dos estudantes à atuação dos professores, sem a devida reflexão acerca da complexidade envolvida no processo de desenvolvimento humano, o qual não é neutro e sofre influência das relações sociais estabelecidas dentro e fora do contexto escolar (RABELO, 2013, p. IX).

Não pretendemos exaurir este tema em nossa pesquisa, nem uma revisão completa da literatura; mas se oportuniza, a partir do próximo parágrafo, uma sequência cronológica multicultural, salientando o Brasil, com a menção de momentos importantes para a Avaliação da aprendizagem e seu local de origem, contextualizando o surgimento da avaliação em forma de *teia*, permitindo ao leitor aprofundar-se nos diversos componentes dessa estratégia didática, em vez de oferecer a ele mais tempo com a História da avaliação.

Luckesi (2006) nos apresenta indícios do início da *pedagogia dos exames* na época das missões jesuítas (séculos XVI e XVII), tanto quanto nas atividades professorais do bispo protestante Comênio. Os testes orais tão tradicionais até então, ganharam a companhia, oficialmente, das provas escritas. Em 1599 a obra *Ratio atque Institutio Studiorum Societatis Iesu* (Plano e Organização de Estudos da Companhia de Jesus), geralmente abreviada como *Ratio Studiorum*, definiu a aplicação dessas provas; e tanto essa metodologia dos católicos quanto a do protestante supracitado aparecem relacionadas ao clima de tensão e medo, poder e preservação do *status quo* entre os estudantes.

No século XVIII encontramos a forte influência da burguesia sobre as atividades pedagógicas, no sentido de controlá-las, após sua hegemonia sobre o catolicismo e os senhores feudais. A prática das provas escritas deixa seus rastros nas universidades europeias, medievais, muito embora os exames orais ainda fossem mais corriqueiros. Porém, a partir do século XIX com o surgimento da escolaridade seriada, a praticidade do exame escrito coletivo tomou o lugar dos testes orais individuais. As primeiras provas versavam sobre Aritmética, Astronomia e Gramática. Aqui no Brasil, semelhantemente, o acesso ao Ensino Superior por um número cada vez maior de pessoas inviabilizou os exames orais, fazendo do exame escrito o instrumento de sondagem mais cômodo (VALADARES, GRAÇA, 1998; VALENTE, 2008).

Despresbiteris (1989) menciona a criação da Docimologia (*dokimé* no grego, estudo dos testes) na França e em Portugal no início do século XX (nos Estados Unidos sua chegada se registra a partir de 1931). Essa parte da ciência criticou a maneira até então usada nos instrumentos de medição do conhecimento como exames e concursos. A Docimologia clássica visava à construção de instrumentos avaliativos e seu aprimoramento. Por outro lado, a Docimologia experimental encontrava nesses instrumentos uma forma de mensurar o conhecimento e uniformizar o comportamento, enquanto analisava a relação entre os itens da prova e o ensino dos que a aplicavam (MADAUS et al., 1993).

### 2.1.2 Avaliando-se diante da leitura sobre avaliação (interlúdio)

Gostaríamos de ponderar, neste exato momento, a seguinte reflexão: o docente avaliador quer no Brasil, quer na Europa e demais localidades, geralmente não precisou/precisa dar satisfação quanto à ideologia por trás de suas avaliações. Espiney e Canário (1994) ponderam que quando o professor é analisado sobre como pratica a avaliação,

isso acontece sobre os resultados obtidos por seus exames, mas nunca sobre o processo gerador desses exames. Dito de outra forma, o “professor tem o privilégio de não ter de prestar contas da correção e significado do seu trabalho” (BARTOLOMEIS, 1981, p.40).

Sugerimos desse modo, que o leitor-educador/pesquisador (e até o aspirante) investigue a si próprio, questione-se, conheça-se a ponto de ter na ponta da língua os motivos que o acompanham na construção de suas avaliações, pois “as concepções sustentadas por um professor são os melhores indicadores das decisões que diariamente toma nas suas práticas pedagógicas e são determinantes no modo como encara o processo ensino-aprendizagem-avaliação” (VALADARES, GRAÇA, 1998, p.52).

## **2.2 A avaliação da aprendizagem do século XIX até o início do século XXI (poslúdio)**

De acordo com Worthen e Sanders (1987) e Vianna (2000), Edward L. Thorndike, Karl Pearson e seus coadjuvantes desempenharam papel preponderante no desenvolvimento da avaliação educacional e da tecnologia envolvida em seus instrumentos, na primeira metade do século XIX. O contexto político-econômico inglês (EUA e Inglaterra) buscava controlar as atividades relacionadas à educação da população e estava a influenciar os pesquisadores citados. Por isso a característica meramente classificatória dos exames se manteve inalterada, a despeito do interesse pelas pesquisas dentro do tema avaliação. O surgimento da Psicométrica parece contribuir ainda mais com a lógica mecanicista – a partir da experimentação, se consegue medir tudo. A avaliação da aprendizagem mantém esse aspecto positivista que ignora os processos mentais ou leva em consideração apenas o comportamento do estudante, de modo que a aprendizagem se iguala a memorizar e repetir dados, acontecimentos e coisas. A avaliação dentro dessa lógica colhe as “evidências” dessa suposta aprendizagem e atribui nota/conceito para classificar/punir o estudante, de acordo com sua nota (NORRIS, 1993).

Avançando no tempo e observando a história da Educação no Brasil através de Valente (2008), percebe-se que mesmo nos congressos sobre o ensino de Matemática, ocorridos a partir da década de 1950, existiam raras aparições do tema avaliação e sem destaque, ao compararmos com os outros assuntos tratados dentro da prática pedagógica do professor de Matemática. Na década de 1990 nota-se uma mudança – aparecem indícios de uma preocupação dos educadores matemáticos com relação às notas baixas dos estudantes brasileiros e um questionamento à fidedignidade do exame escrito e seu uso como a única

forma de avaliar a aprendizagem. O quadro a seguir condensa o desenvolvimento do tema pesquisado a partir da primeira metade do século XX.

Quadro 1: Registros sobre avaliação da aprendizagem do século XX até 2016

<i>Época</i>	<i>Ocorrido</i>
<i>Primeira metade do séc. XX até a década de 1960</i>	Pedagogo e psicólogo Alfred Binet – nem todos podem aprender; testes padronizados nos EUA e na Inglaterra onde se compara resultado individual com o do grupo; responsabilização do sujeito, uma vez mais, por seu fracasso escolar (CRUZ; CAVALCANTE, 2008).
	Ralph Tyler (influenciado por John Dewey) discorda dos testes padronizados. Seu estudo experimental com base na análise dos resultados de planejamentos educacionais concebidos à luz das necessidades dos estudantes, sem a dependência dos pré-requisitos estipulados pelas universidades em relação aos exames de ingresso nesse nível de ensino, apresenta a nova concepção de avaliação na educação: comparar os objetivos pretendidos com os alcançados de fato (NORRIS, 1993 apud VIANNA, 2000).  Ênfase no currículo e não nos estudantes, pois a ideia de Tyler objetivava modificação de comportamento (behaviorismo), de modo que o currículo deve ser elaborado de acordo com as habilidades desejáveis, favorecendo assim à indústria. Avaliação da instituição educacional assim como se avaliava a eficiência da indústria. Ênfase no <i>feedback</i> para que o processo avaliativo fosse melhorado; diversidade de instrumentos avaliativos; sugeria a participação de educandos, educadores, pais, funcionários, etc., no julgamento dos resultados da avaliação e dos dados coletados por ela (VIANNA, 2000; LEITE, 2001; MARINHO et al., 2013).
<i>A partir da década de 1960 até o final do século XX</i>	Aumenta-se mais e mais a complexidade da avaliação, graças aos estudiosos Lee J. Cronbach, Michael Scriven, Daniel Stufflebeam e Robert Stake, dentre outros. Cronbach se debruçou sobre o legado de Tyler e concluiu que o planejamento da avaliação deve imitar o de um programa de investigação; a avaliação deve ser flexível no sentido de que os resultados não batem o martelo e ninguém é qualificado o suficiente

	<p>para avaliar sozinho, de modo que se faz necessário o olhar de um grupo de avaliadores. Da mesma forma, um único instrumento avaliativo não preenche cabalmente a função da avaliação, precisando-se de um programa de avaliações diversificadas para se compreender o que se avalia. (DESPRESBITERIS, 1989; VIANNA, 2000; STUFFLEBEAM et al., 2000).</p>
	<p>Scriven elaborou os aspectos somativo e formativo da avaliação. O primeiro ocorre ao final de uma sequência de ensino-aprendizagem-avaliação e oferece informações para um julgamento iminente; enquanto que o segundo objetiva aperfeiçoar o objeto que está sendo avaliado (estudante, aula e professor).</p> <p>Marinho et al. (2013, p. 311) destaca que a “primeira abordagem à avaliação formativa (SCRIVEN, 1967) visava, numa perspectiva [sic] restrita e pouco interativa, aos resultados dos alunos”. Porém, no século XXI “a concepção [sic] de avaliação formativa apresenta-se num sentido de muito maior alcance e complexidade. Ela é concebida numa orientação mais interativa, centrada nos processos cognitivos dos educandos e associada aos processos não apenas de <i>feedback</i> externos mas também de autorregulação das aprendizagens. Ou seja, trata-se de uma avaliação de caráter cognitivista, construtivista e/ou sociocultural da aprendizagem, na qual interessa, não só recolher informações sobre os resultados do que foi aprendido, mas também, e do ponto de vista interno, que o estudante compreenda a forma pela qual se situa em face dos processos de ensino-aprendizagem e como processa mentalmente a informação” (MARINHO et al., 2013, p. 311).</p> <p>Por outro lado, os mesmos estudiosos num artigo posterior (MARINHO et al., 2014, p. 425), advertem que sempre tem existido a divergência entre a intencionalidade formativa e a prática eminentemente somativa, quer por parte das políticas educacionais, nos discursos institucionais, bem como (e sobretudo) na prática docente.</p>
	<p>Stufflebeam (em conjunto com Egon Guba) com sua visão quadrupla da</p>

	<p>avaliação da aprendizagem (quatro tipos de avaliação: de contexto, insumo, processo e produto) afirma que a avaliação existe para melhorar o ensino do docente e a aprendizagem do discente, não existe para provar algo (a ideia por trás da expressão <i>prova</i>). A partir daqui a avaliação se assemelha a um julgamento, indo além de suas propriedades diagnóstica e descritiva, recebendo interferências que melhorem o processo ensino-aprendizagem-avaliação durante seu desenvolvimento (VIANNA, 2000).</p>
	<p>Stake se aprofundou ainda mais no campo metodológico da avaliação e deixou-nos a Avaliação Responsiva, a qual de acordo com Stufflebeam e Shinkfield (2012) se caracteriza pela flexibilidade (pode ser alterada inclusive pela dialogicidade entre docente e discente); é aperfeiçoadora de currículos e de aprendizagens, não apenas julgadora desses setores; não se limita a classificações, mas leva em consideração as diferenças entre os sujeitos, oferece a assistência aos avaliados e os conscientiza de seus progressos e/ou regressos. Após Stake, a avaliação qualitativa ganha destaque em oposição à abordagem puramente quantitativa.</p>
	<p>Vianna (2014) afirma que a partir da década de 1960 é que o tema avaliação passou a ser pesquisado com mais interesse, revelando um esforço para seguir orientação metodológica sobretudo com base nos estudos norte-americanos. O pesquisador também compara a abordagem do tema aqui no Brasil com os EUA e a Inglaterra: aqui as pesquisas sobre avaliação são quase sempre promovidas pelo MEC ou a nível estadual através das Secretarias, as quais, por falta de estrutura, solicitam a ajuda de universidades ou fundações públicas e privadas. Nos EUA as universidades assumem essa iniciativa, mesmo quando financiadas; enquanto que na Inglaterra as fundações privadas encabeçam os projetos sobre avaliação.</p>
<p><i>Década de 1990</i></p>	<p>O SAEB, exclusivamente voltado para a educação básica, foi aplicado pela primeira vez em 1990 contando com a participação de uma amostra de escolas públicas urbanas que ofereciam as séries ímpares do ensino fundamental (da 1ª até a 7ª série). Os estudantes da 1ª e 3ª séries foram avaliados em língua portuguesa, matemática e ciências, enquanto os de 5ª e 7ª séries também foram avaliados em redação. Três anos depois essa</p>

	<p>mesma versão do SAEB se repetiu.</p> <p>Em 1995 o SAEB passou por uma reestruturação metodológica ao incorporar a Teoria da Resposta ao Item (TRI), por causa do recurso proporcionar comparações do desempenho dos estudantes ao longo dos anos. Desse modo o MEC conseguiu coletar dados sobre a qualidade dos sistemas educacionais brasileiros em todo o seu território.</p> <p>Essa avaliação adquire novo formato: passa a atuar bienalmente avaliando uma amostra representativa dos educandos regularmente matriculados nas 4<sup>as</sup> e 8<sup>as</sup> séries do ensino fundamental e 3<sup>a</sup> série do ensino médio, de escolas públicas e particulares, urbanas e rurais. Através do SAEB a TRI ganhou terreno em outros processos avaliativos no Brasil (e chegou ao conhecimento do autor desta dissertação, o qual se inspirou nela na elaboração das análises quantitativa e qualitativa dos percursos de seus estudantes nas <i>teias</i>).</p> <p>Nas edições de 1997 e 1999 os estudantes matriculados nas 4<sup>as</sup> e 8<sup>as</sup> séries foram avaliados em língua portuguesa, matemática e ciências, enquanto os da 3<sup>a</sup> série do ensino médio também fizeram as provas de história e geografia. Nos anos subsequentes a avaliação se concentrou em língua portuguesa (com foco em interpretação de textos) e matemática.</p> <p>Em 1996 o governo instituiu o Exame Nacional de Cursos (ENC), que ficou famoso pelo vulgo <i>Provão</i>.</p> <p>Em 1998 aconteceu a primeira edição do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), buscando avaliar competências com questões contextualizadas e interdisciplinares que abrangiam todo o conhecimento objeto de estudo no ensino médio (RABELO, 2013).</p>
	<p>A pesquisadora Pestana (1992 apud VIANNA, 2014, p. 31) contribui para nossa pesquisa informando que o Ministério da Educação, utilizando a competência técnica do INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas</p>

	<p>Educacionais Anísio Teixeira), no início de 1990, iniciou a implantação de um Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica – SAEB, com o objetivo de qualificar os resultados obtidos pelo sistema educacional de ensino público, criar e consolidar competências para a avaliação do sistema educacional, realizando um trabalho cooperativo entre o MEC e as Secretarias de Estado da Educação.</p> <p>Em seu site, <a href="http://portal.inep.gov.br/web/saeb/aneb-e-anresc">http://portal.inep.gov.br/web/saeb/aneb-e-anresc</a><sup>6</sup>, a autarquia federal (INEP) traduz o SAEB nos seguintes termos: O Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb) tem como principal objetivo avaliar a Educação Básica brasileira e contribuir para a melhoria de sua qualidade e para a universalização do acesso à escola, oferecendo subsídios concretos para a formulação, reformulação e o monitoramento das políticas públicas voltadas para a Educação Básica. Além disso, procura também oferecer dados e indicadores que possibilitem maior compreensão dos fatores que influenciam o desempenho dos estudantes nas áreas e anos avaliados.</p> <p>Como vimos, o SAEB é composto por três avaliações externas em larga escala:</p> <p>Avaliação Nacional da Educação Básica – Aneb: abrange, de maneira amostral, educandos das redes públicas e privadas do país, em áreas urbanas e rurais, matriculados na 4ª série/5ºano e 8ªsérie/9ºano do Ensino Fundamental e no 3º ano do Ensino Médio, tendo como principal objetivo avaliar a qualidade, a equidade e a eficiência da educação brasileira. Apresenta os resultados do país como um todo, das regiões geográficas e das unidades da federação.</p> <p>Avaliação Nacional do Rendimento Escolar - Anresc (também denominada "Prova Brasil"): trata-se de uma avaliação censitária envolvendo os estudantes da 4ª série/5ºano e 8ªsérie/9ºano do Ensino</p>
--	--

---

<sup>6</sup> Acesso em: 28 Jun. 2016.

	<p>Fundamental das escolas públicas das redes municipais, estaduais e federal, com o objetivo de avaliar a qualidade do ensino ministrado nas escolas públicas. Participam desta avaliação as escolas que possuem, no mínimo, vinte estudantes matriculados nas séries/anos avaliados, sendo os resultados disponibilizados por escola e por ente federativo.</p> <p>A Avaliação Nacional da Alfabetização – ANA : avaliação censitária envolvendo os aprendizes do 3º ano do Ensino Fundamental das escolas públicas, com o objetivo principal de avaliar os níveis de alfabetização e letramento em Língua Portuguesa, alfabetização Matemática e condições de oferta do Ciclo de Alfabetização das redes públicas. A ANA foi incorporada ao Saeb.</p> <p>A Aneb e a Anresc/Prova Brasil são realizadas bianualmente, enquanto a ANA é de realização anual.</p>
<p><i>Décadas de 2000 e 2010</i></p>	<p>Em 2002 cria-se o Exame Nacional para Certificação de Competências de Jovens e Adultos (ENCCEJA).</p> <p>Em 2004 o ENC foi substituído pelo ENADE (Exame de Desempenho de Estudantes) que integra o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES).</p> <p>Em 2005 há uma nova reestruturação do SAEB: passou a ser composto por duas avaliações nacionais – ANEB (Avaliação Nacional Básica) e ANRESC (Avaliação Nacional do Rendimento Escolar), mais conhecida como Prova Brasil. O objetivo principal era universalizar a avaliação da educação básica. A Prova Brasil oferta uma devolutiva para as escolas avaliadas e o resultado do desempenho dos educandos formam o IDEB, Índice de Desenvolvimento da Educação Básica.</p> <p>Também em 2005 o ENCCEJA é reformulado metodologicamente de tal modo que origina-se uma escala de proficiência para o exame.</p>

	<p>Em 2008 aplicou-se pela primeira vez a Provinha Brasil, voltada para os estudantes em fase de alfabetização da 1ª série do ensino fundamental (2º ano a partir de 2009).</p> <p>Em 2009 o ENEM adota a TRI além de receber diversas outras finalidades distintas das originais, como o posto de processo seletivo nacional substituindo muitos dos vestibulares locais.</p> <p>Em 2010 cria-se a Prova Nacional do Concurso para o Ingresso na Carreira Docente, mais conhecida como Prova Docente, objetivando-se subsidiar os estados, o Distrito Federal e os municípios na elaboração de concursos públicos para a contratação de professores para a educação básica. Além desse caráter seletivo, Rabelo (2011a, 2011b) sugere a serventia de avaliação do perfil esperado dos docentes que devem ingressar na educação básica.</p> <p>Em 2013 há uma terceira reestruturação do SAEB ao fazê-lo incorporar mais uma função: a Avaliação Nacional da Alfabetização (ANA), cujo público alvo são os educandos do 3º ano do ensino fundamental, fruto do pacto nacional pela alfabetização na idade certa (RABELO, 2013).</p>
<p><i>Mais dados sobre Avaliação no Brasil ao final do século XX e início do XXI</i></p>	<p>O uso da TRI (Teoria da Resposta ao Item) em avaliações educacionais teve início no Brasil com o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), em 1995, e, posteriormente, foi implementado no Exame Nacional para Certificação de Competências de Jovens e Adultos (ENCCEJA), na Prova Brasil e, por último, no ENEM. No âmbito internacional, a TRI vem sendo utilizada largamente por diversos países: Estados Unidos, França, Holanda, Coreia do Sul, China e países participantes do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa). Um dos grandes exemplos de avaliação que utiliza a TRI é o exame de proficiência em língua inglesa (Toefl)<sup>7</sup>. Abordaremos a TRI no quarto capítulo.</p>

<sup>7</sup> Disponível em: <<http://mapaitensenem.inep.gov.br/mapaNota/>>. Acesso em: 28 Jun. 2016.

	<p>O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) foi criado em 1998 com o objetivo de avaliar o desempenho do estudante ao fim da educação básica, buscando contribuir para a melhoria da qualidade desse nível de escolaridade. A partir de 2009 passou a ser utilizado também como mecanismo de seleção para o ingresso no ensino superior. Foram implementadas mudanças no Exame que contribuem para a democratização das oportunidades de acesso às vagas oferecidas por Instituições Federais de Ensino Superior (IFES), para a mobilidade acadêmica e para induzir a reestruturação dos currículos do ensino médio.</p> <p>Respeitando a autonomia das universidades, a utilização dos resultados do ENEM para acesso ao ensino superior pode ocorrer como fase única de seleção ou combinado com seus processos seletivos próprios. O Enem também é utilizado para o acesso a programas oferecidos pelo Governo Federal, tais como o Programa Universidade para Todos – ProUni<sup>8</sup>.</p>
	<p>Outros detalhes sobre as avaliações do INEP, armazenados em seu <i>site</i>:</p> <p>Criado pela Lei nº 10.861, de 14 de abril de 2004, o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES) é formado por três componentes principais: a avaliação das instituições, dos cursos e do desempenho dos estudantes. O SINAES avalia todos os aspectos que giram em torno desses três eixos: o ensino, a pesquisa, a extensão, a responsabilidade social, o desempenho dos aprendizes, a gestão da instituição, o corpo docente, as instalações e vários outros aspectos. Ele possui uma série de instrumentos complementares: autoavaliação, avaliação externa, ENADE, Avaliação dos cursos de graduação e instrumentos de informação (censo e cadastro). Os resultados das avaliações possibilitam traçar um panorama da qualidade dos cursos e instituições de educação superior no País.</p> <p>Os processos avaliativos são coordenados e supervisionados pela</p>

<sup>8</sup> Informações também coletadas do site o INEP: <<http://portal.inep.gov.br/web/enem/sobre-o-enem>>. Acesso em: 28 Jun. 2016.

	<p>Comissão Nacional de Avaliação da Educação Superior (CONAES). A operacionalização é de responsabilidade do Inep. As informações obtidas com o SINAES são utilizadas pelas IES, para orientação da sua eficácia institucional e efetividade acadêmica e social; pelos órgãos governamentais para orientar políticas públicas e pelos estudantes, pais de estudantes, instituições acadêmicas e público em geral, para orientar suas decisões quanto à realidade dos cursos e das instituições.</p> <p>Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes – ENADE, cujo escopo é aferir o rendimento dos estudantes dos cursos de graduação em relação aos conteúdos programáticos, suas habilidades e competências; ocorre trienalmente, desde 2004.</p> <p>Avaliação dos Cursos de Graduação – O INEP conduz todo o sistema de avaliação de cursos superiores no País, produzindo indicadores e um sistema de informações que subsidia tanto o processo de regulamentação, exercido pelo MEC, como garante transparência dos dados sobre qualidade da educação superior a toda sociedade. Os instrumentos que subsidiam a produção de indicadores de qualidade e os processos de avaliação de cursos desenvolvidos pelo Inep são o Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (ENADE) e as avaliações in loco realizadas pelas comissões de especialistas.</p>
	<p>A Avaliação do Sistema Nacional de Pós-Graduação (SNPG), na forma como foi estabelecida a partir de 1998, é orientada pela Diretoria de Avaliação/Capes e realizada com a participação da comunidade acadêmico-científica por meio de consultores ad hoc. A avaliação é atividade essencial para assegurar e manter a qualidade dos cursos de Mestrado e Doutorado no país.</p> <p>A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), fundação do Ministério da Educação (MEC), desempenha papel fundamental na expansão e consolidação da pós-graduação stricto sensu (mestrado e doutorado) em todos os estados da Federação. Em 2007,</p>

	<p>passou também a atuar na formação de professores da educação básica ampliando o alcance de suas ações na formação de pessoal qualificado no Brasil e no exterior<sup>9</sup>.</p>
	<p>Nascida em 2011, a <i>Geekie</i> é uma empresa pioneira na promoção do aprendizado personalizado no Brasil ao usar a tecnologia para adaptar o ensino ao perfil de cada educando. De acordo com seu <i>site</i> (<a href="http://info.geekie.com.br/geekie-impactando-escolas-e-alunos/">http://info.geekie.com.br/geekie-impactando-escolas-e-alunos/</a>), atualmente ela atende mais de 4.200 escolas públicas e privadas em todo o Brasil e é credenciadas pelo Inep e pelo MEC.</p> <p>O <i>Geekie Lab</i> é uma plataforma de ensino personalizado da <i>Geekie</i>. Ela identifica os pontos de maior domínio, aptidões e dificuldades dos estudantes por meio de avaliações diagnósticas e, com base nesses resultados, traça um plano de estudos com videoaulas e exercícios. Quanto mais o usuário interage, mais eficiente a solução se torna, uma vez que reconhece melhor as suas necessidades. Além de ser bom para o educando, o <i>Geekie Lab</i> fornece relatórios muito úteis para professores e gestores, que podem acompanhar o desempenho de cada aprendiz e cada turma e podem observar a evolução da escola por meio de avaliações preditivas aplicadas ao longo de todo o processo. Desta forma, torna-se possível fazer intervenções pedagógicas mais direcionadas (dados coletados no <i>site</i> da <i>Geekie</i> em 07 Jun. 2016).</p> <p>A <i>Geekie</i> é um exemplo de um sistema tutor inteligente com o suporte de uma engenharia computacional (KOEDINGER et al., 2013).</p>
<p><i>Ano 2015</i></p>	<p>A estratégia didática Avaliação em forma de Teia (SILVA; GUERRA, 2016; SILVA, 2016a, 2017), a qual não demanda engenharia computacional, embora sua filosofia e operacionalidade sejam uma engenharia educacional que corresponde ao acumulado do tema até nossos dias. A explicação detalhada do que é a <i>teia</i> é um dos objetivos desta pesquisa.</p>

Fonte: Elaboração própria, 2016

<sup>9</sup> Informações contidas no *site* da CAPES: < <http://www.capes.gov.br/avaliacao/sobre-a-avaliacao>>. Acesso em: 29 Jun. 2016.

### 3 Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) e Educação a Distância (EaD) – introdutores do Ensino Híbrido

#### 3.1 Entendendo o que é um Blog

Lemos (2002, p. 3) explica que os “ciberdiários, webdiários ou *weblogs* são práticas contemporâneas de escrita *online*, onde usuários comuns escrevem sobre suas vidas privadas, sobre suas áreas de interesse pessoais ou sobre outros aspectos da cultura contemporânea”, e que a palavra *weblog* foi criada num *site* pessoal em 1997 (“Robot Wisdom Weblog”) e posteriormente foi reduzida para *blog* ou *blogue*. A diferença de um *blog* para um *site* da internet é sua facilidade de criação, edição e publicação, mesmo que o candidato a *blogger* ou *blogueiro* não possua o menor conhecimento técnico (GUTIERREZ, 2003).

Esse caderno virtual possui várias ferramentas que classificam os dados da internet sobre ele, como exemplos: quantidade de acessos ao *blog*, tempo gasto, páginas visitadas dentro do *blog*, de onde o visitante veio para o *blog*, etc. Suas características mais distintivas são a gratuidade, a liberdade de expressão, participação dos visitantes via comentários deixados nos *posts* ou artigos escritos pelo *blogueiro* (ou enviados, *upload*, como vídeos e imagens), ou seja, a interação virtual ou à distância. Gutierrez (2003, p. 12) afirma que esses ambientes virtuais “são aplicativos fáceis de usar que promovem o exercício da expressão criadora, do diálogo entre textos, da colaboração” e que “possuem historicidade, preservam a construção e não apenas o produto (arquivos); são publicações dinâmicas que favorecem a formação de redes”.

Luccio e Nicolaci-da-Costa (2010, p. 136), falando da disseminação global dos *blogs*, apresentam os seguintes números:

A popularização dos *blogs* foi muito rápida. Em janeiro de 2008, o *site* de busca Technorati (<http://technorati.com/about/>), especializado em registrar os *blogs* existentes na internet, já registrava mais de 112 milhões de usuários ao redor do mundo. Então, esse mesmo *site* também afirmava que 120 mil novos *blogs* apareciam na rede todos os dias.

As autoras ainda descobriram que existem diferenças fundamentais entre os *blogs*, os fóruns de discussão, as salas de bate-papo e os espaços para trocas de mensagens instantâneas – os frequentadores dos três últimos ambientes virtuais focam no diálogo, enquanto que os que visitam *blogs* não priorizam essa interação. Por outro lado, Aguaded e Baltazar (2005) mencionam que alguns blogueiros estimulam o contato ao informar seus *e-mails* e que o sistema de comentários tem sua importância para a formação de comunidade entre o autor do *blog* e seus leitores, mas que pode ser substituído pelo uso do correio eletrônico e similares.

Os últimos autores citados também mencionam uma comparação entre os *blogs* e as *Ágoras* gregas ou praças públicas onde se organizavam assembleias comerciais, cívicas, políticas e religiosas – um espaço para que todos pudessem expor suas ideias. “É nessa perspectiva que os blogs têm um forte potencial que pode ser canalizado para diversas áreas, nomeadamente a do ensino” (AGUADED; BALTAZAR, 2005, p. 2). Eles ainda defendem que o *blog* pode ajudar discentes e docentes a se comunicarem “mais e melhor”, sem investimentos onerosos, bastando tão-somente a conexão com a internet.

Mas perante esta nova realidade as competências dos professores também precisam de mudar, nomeadamente no que respeita à sua formação. É fundamental que o professor tenha competências e motivação para incentivar os alunos a participar, e seja ele próprio um participante activo. É preciso recordar que um blog necessita de ser alimentado frequentemente para não ficar desactualizado (AGUADED; BALTAZAR, 2005, p. 3).

Uma vez bem compreendida a ideia do *Blog*, passemos adiante e conheçamos o escopo dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem, do qual os *blogs* são um subconjunto.

### **3.2 Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA)**

Para Silva et al. (2010), nesses tempos de sociedade digital ou sociedade da informação (embora não necessariamente bem informada), é imprescindível que a Educação corresponda através de uma abordagem dos conteúdos por meio de tecnologia que contribua para a autonomia do professor e suas necessidades. Pereira (2007) coloca a demanda como generalizada e o autor também informa que os AVA vieram à existência para atender a tais necessidades e, desde então, vêm sendo muito utilizados tanto academicamente quanto corporativamente. Por definição, os AVAs são mídias que usam a internet para veicular

conteúdos e propiciar a interação entre os protagonistas do processo educativo – educadores e educandos. De fato, de acordo com o Ministério da Educação os AVAs são

[...] programas que permitem o armazenamento, a administração e a disponibilização de conteúdos no formato Web<sup>10</sup>. Dentre esses, destacam-se: aulas virtuais, objetos de aprendizagem, simuladores, fóruns, salas de bate-papo, conexões a materiais externos, atividades interativas, tarefas virtuais (webquest), modeladores, animações, textos colaborativos (wiki) (BRASIL, 2007, p.11).

O surgimento desse tipo de recurso deu-se na década de 1990, onde o primeiro ambiente desenvolvido no Brasil<sup>11</sup> foi o AulaNet da PUC-Rio, o qual foi disponibilizado para acesso ao público em 1998, sem custo. A partir daí vários outros foram elaborados por universidades e/ou empresas privadas (SARAIVA, 2010).

Ao pesquisar sobre o AVA de certa Universidade da China, Luzzi (2007, p. 174) concluiu que ali havia uma articulação de diversas mídias buscando “um processo educativo bidirecional”, que possibilitava “ampla interação entre professores e alunos”. Ele também descobriu que a metodologia do AVA envolve um sistema multicanal, para assegurar o diálogo entre estudantes e professores, que inclui salas de trabalho, onde os estudantes apresentam seus trabalhos individuais e os tutores os avaliam, fazendo comentários, chat síncrono, fórum de discussão, *e-mail*, encontros presenciais e telefone. Isso possibilita a construção de um ambiente multicanal, com sistemas baseados na web (novidades, introdução dos cursos, introdução dos tutores, ajuda, planos de estudo, cursos, fórum, chat, atividades e diversos recursos de estudo), canais *online* (*e-mail*, softwares de chat) e canais *offline* (telefone e encontros presenciais) (LUZZI, 2007, p. 175).

Coloca-se, neste exato contexto, a visão especial desse, hoje, doutor em Educação, expressa em sua hipótese de trabalho: “[...] defendemos a hipótese de que a educação a distância não deve ser considerada como um método alternativo ou compensatório do ensino presencial, mas como uma oportunidade para repensar a educação como um todo” (LUZZI, 2007, p. 30). Esse pesquisador apresenta ainda um exemplo real para a implementação dessa filosofia nos AVAs da Educação brasileira:

---

<sup>10</sup> Web vem de *World Wide Web*, literalmente “Extensa Teia Mundial”, mais conhecida como Rede Mundial de Computadores e *www*.

<sup>11</sup> Para obter uma lista com os AVAs mais conhecidos aqui no Brasil você pode acessar, por exemplo, [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ambiente\\_virtual\\_de\\_aprendizagem](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ambiente_virtual_de_aprendizagem). Acesso em: 05 Fev. 2015.

Nesse sentido emergem visões que vão da teoria à prática, como a chinesa, que unificou a educação presencial e a distância, formal e não formal, fundamental, média e superior; com o objetivo de melhorar a qualidade do sistema fundamental e médio, vocacional e profissionalizante, utilizando os melhores recursos das universidades para dar respostas às demandas educativas da população. E ao mesmo tempo, melhorar a infra-estrutura [sic] tecnológica e educativa das escolas, convertendo cada escola em um centro de conhecimento da sua comunidade. Entendemos que a tecnologia educativa está possibilitando quebrar velhas fronteiras educacionais, possibilitando criar uma educação mais dinâmica, desafiadora e motivadora; flexível, significativa e reflexiva; mais adequada às necessidades de comunidades concretas, e desde uma perspectiva aberta, tanto na possibilidade de escolha, como na construção de conhecimento coletivo e a formação de comunidades de prática, constituindo uma verdadeira sociedade da aprendizagem que gere oportunidades educativas a todas as pessoas durante toda a vida (LUZZI, 2007, p. 396, 397).

### **3.3 Educação a Distância (EaD)**

Os pesquisadores Moore e Kearsley (2011) definem a EaD como o aprendizado planejado que ocorre normalmente em um lugar diferente do local do ensino, exigindo técnicas especiais de criação do curso e de instrução, comunicação por meio de várias tecnologias e disposições organizacionais e administrativas especiais.

O Decreto nº 5.622, Art. 1º prediz:

caracteriza-se a educação a distância como modalidade educacional na qual a mediação didático-pedagógica nos processos de ensino e aprendizagem ocorre com a utilização de meios e tecnologias de informação e comunicação, com estudantes e professores desenvolvendo atividades educativas em lugares ou tempos diversos (BRASIL, 2005).

E a pesquisadora Garcia (2013) nos lembra de que, no cenário atual, aumenta-se cada vez mais a necessidade de proporcionar condições para que as pessoas tenham uma maior probabilidade de melhorar os seus níveis educacionais, principalmente por parte dos países emergentes e, por conseguinte, os retornos socioeconômicos da população. Nesse contexto, a educação a distancia (EaD) torna-se uma grande possibilidade de formação permanente, além de uma possibilidade de socialização e democratização do conhecimento, muito embora Gomes (2013) destaque o fato de a EaD aqui no Brasil ter sido adotada a partir do Decreto

5.800/96 (Universidade Aberta do Brasil – UAB) com a motivação de estimular a formação inicial e continuada (e aligeirada) dos docentes visando a melhoria da educação básica.

A autora (GARCIA, 2013) também coloca em evidência a obrigatoriedade por lei (BRASIL, 2005) das práticas avaliativas presenciais na EaD, como complemento do processo avaliativo dessa modalidade. Por outro lado, ao se referir às TIC (Tecnologias da Informação e Comunicação) necessariamente envolvidas na EaD, ela menciona

que essas tecnologias não estão aprisionadas a determinadas teorias de aprendizagem, pois elas podem ser utilizadas e articuladas a partir de diferentes perspectivas de ensino em que as condições teórico-metodológicas do fazer pedagógico busquem atender não apenas aos diferentes estilos de aprendizagem, comunicação e avaliação, mas também as condições socioeconômicas dos alunos envolvidos (GARCIA, 2013, p. 104). Isso pode significar um novo olhar, uma nova postura dos sujeitos da avaliação frente à interlocução de cenários diferentes e, ao mesmo tempo, complementares, pois algumas atividades podem começar no ambiente virtual de aprendizagem e concluir no ambiente presencial e vice-versa (ibidem, p.116).

Outra análise imprescindível para nossa pesquisa no contexto dessa modalidade de ensino-aprendizagem-avaliação, é procurar os aspectos que podem comprometer a avaliação da aprendizagem na EaD. Elencamos os seguintes: 1) falta de condições tecnológicas mínimas pelo aprendiz; 2) falta de conexão à internet adequada; 3) falta de condições financeiras dos estudantes para frequentar uma *Lan House* (GARCIA, 2013); 4) a ênfase na ambientação, mas desarticulada da discussão crítica sobre a proposta do curso/conteúdo pode gerar uma perspectiva de envio unilateral de informações, puramente, acarretando indefinições em relação ao desenvolvimento do processo, incluindo-se a avaliação do processo; 5) a ausência da autoavaliação em cursos de formação de professores à distância (NUNES; VILARINHO, 2010).

### **3.4 O Ensino Híbrido (ou Blended Learning)**

Bacich et al. (2015) explica que o ensino híbrido é uma das maiores tendências da Educação do século XXI, exatamente por promover uma mistura entre o ensino presencial e propostas de ensino *online* – ou seja, integrando a Educação à tecnologia, que já permeia tantos aspectos da vida estudantil. O ensino híbrido é uma mistura metodológica que impacta

a ação do professor em situações de ensino e a ação dos estudantes em situações de aprendizagem. O papel desempenhado pelo professor e pelos estudantes sofre alterações em relação à proposta de ensino tradicional e as configurações das aulas favorecem momentos de interação, colaboração e envolvimento com as tecnologias digitais.

Como essas alterações acontecem na prática? A *Geekie* (empresa mencionada anteriormente) informa em seu *site*<sup>12</sup> que aqui no Brasil, uma das maneiras mais comuns da adoção do ensino híbrido é por meio da chamada rotação de laboratório (*lab rotation*), na qual são combinados momentos na sala de aula e no laboratório de informática, com conteúdos complementares. Assim, para uma disciplina, o estudante pode passar a primeira aula em um laboratório de informática usando recursos *online* para o primeiro contato do tema. Na aula seguinte, com a ajuda do professor e em companhia dos colegas, ele pode aprofundar o que aprendeu e aplicar os conceitos, desenvolvendo projetos, debatendo o assunto, trabalhando exercícios de contextualização, tirando dúvidas, entre outras atividades.

Para a *Geekie*, desta forma o aprendiz é estimulado a pensar criticamente, a trabalhar em grupo e a ver mais sentido no conteúdo. Ele assume a posição de protagonista e tem mais chances de aprender da maneira que melhor funciona para ele. Já o professor ganha um papel mais próximo ao de um mentor que guia esse processo de busca pelo conhecimento e, com a diminuição da carga de aulas expositivas, ele tem mais tempo para dar atenção personalizada às necessidades dos estudantes e acompanhar de maneira mais próximo o desenvolvimento deles.

---

<sup>12</sup> <http://info.geekie.com.br/sasaki-na-nova-escola-o-que-e-o-ensino-hibrido-na-teoria-e-na-pratica/>. Acesso em: 29 Jun. 2016.

## 4 Breve história da *teia*

### 4.1 Origens da ideia

A Avaliação em Matemática em forma de Teia (ou simplesmente a *teia*), objeto desta pesquisa, foi criada como uma resposta do autor da dissertação a seus estudos em Educação Matemática e Educação a Distância iniciados há dois anos (SILVA; COLODETE, 2015; SILVA, 2016b). De lá para cá esse estilo de avaliação passou de apenas mais um questionário eletrônico (*Webquest*) que podia ser resolvido tanto *online* como *offline* por seus estudantes e era controlado remotamente pelo docente (no caso *online*), para um questionário com nível crescente de complexidade nos problemas propostos (tentativa de adaptação às respostas do participante da avaliação).

Em seguida, se acrescentou assistências não contínuas, numa questão mas em outra não, as quais poderiam ser acessadas pelos avaliandos como se estes estivessem conversando com o professor durante a resolução dos problemas (uma autoavaliação dentro da *teia*, pois o educando reconhecia sua dificuldade e voluntariamente manifestava isso solicitando a assistência).

Atualmente, em sua quinta geração, essa estratégia didática possui assistência contínua ao aprendiz (SILVA, 2017) e é regida por teorias psicológicas materializadas no questionário *online*, podendo ser incorporada por qualquer educador matemático interessado em usar as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) para melhorar a motivação e a aprendizagem de seus pupilos, evitando a atuação incorreta e até injusta de uma prova.

O uso do computador, portátil inclusive (celulares, *tablets* e demais tecnologias digitais) expande essa ideia exponencialmente. No entanto, também usamos em nossas aulas a *teia* no papel, seja no ensino fundamental, no médio ou no superior. Explicaremos a ideia a seguir como um simples esboço da fundamentação teórica que faremos nos capítulos seguintes.

### 4.2 A *teia* realizada apenas com lápis e caderno – lições introdutórias

O autor da ideia faz assim: até dez estudantes em sala (os demais têm sua presença dispensada, mas com a tarefa de se preparar para a *teia* em nosso próximo encontro); o docente deve ter autoridade sobre e respeito diante da turma suficientes para os embates que

podem surgir com o elemento *espera* necessariamente presente nos momentos da *teia* no papel; folha em branco sem a necessidade de ser destacada do caderno; definição do rodízio – por quem se iniciará o diálogo com o professor, para efeito de ordem, evitando tumulto no birô (ou seja, presenças concomitantes dos discentes na mesa do docente).

Cada estudante é chamado até à mesa do professor com seu caderno. Ele recebe um problema de nível inicial (os dados em cada caderno são alterados evitando-se a pesca ou cola entre os participantes da avaliação). Quando os conceitos avaliados exigem questões com enunciados extensos e/ou imagéticos, o professor já possui tais questões recortadas e prontas para serem colocadas no caderno do estudante para que ele possa voltar para o seu lugar e resolver o problema, só retornando à mesa do educador quando for sua vez no rodízio ou quando o professor chama-lo (a situação “professor posso ir até aí?” só é consentida quando da vez do solicitante; caso contrário, haverá concorrência e estudantes fora de seus lugares, ameaçando a ordem e o silêncio imprescindíveis nos momentos de avaliação da aprendizagem).

Esse critério pode gerar para algum discente o desconforto da espera, pois ele pode concluir o problema num tempo curto, mas ter de esperar até sua vez no rodízio aparecer. Sempre aproveito o ensejo para lembrar aos participantes da avaliação a necessidade de paciência na vida, inclusive a paciência que eu como educador devo ter para com eles nas mais diversas e adversas situações, de modo que a espera deles pode ser encarada como uma oportunidade para rever sua resolução do item em que ele está, a matéria anotada no caderno, etc. Os únicos impedimentos são a conversa com outro estudante (ou com outra dupla, quando a *teia* está sendo percorrida não individualmente) e o sair do lugar fora da vez.

Na segunda rodada (digamos assim), o próximo item da *teia* dependerá da resposta que o educando deu ao primeiro. Assim acontece a ramificação do questionário adaptativo ao estudante, desenhando o formato rizomático da avaliação, de onde veio seu nome – *teia*. Se ele acertou o primeiro problema, receberá um com mais conceitos e, portanto, mais difícil do que o anterior. Se ele errou, dialogamos sobre o processo de seus cálculos/raciocínios oportunizando que ele enxergue seu deslize e demonstre saber corrigi-lo ou, quando isso não ocorre, saliento sua falha buscando entender a natureza da mesma: falta de atenção ou de conhecimento, ou ainda esquecimento. Também há a possibilidade de o estudante vir até a mesa com a questão em branco. Quando isso acontece, resolvo com ele o item, de modo que o conteúdo dado nas aulas poderá ser lembrado e até aprendido durante o momento avaliativo.

Desse modo a avaliação toma a direção da aprendizagem (ou não aprendizagem) do estudante, respeitando suas peculiaridades cognitivas, seu jeito de ser, sua velocidade de interpretação de texto/imagem, suas memórias, seu livre arbítrio, enfim, todas as suas (in)competências. Não há a rigidez de uma prova igual mesmo sabendo-se que as pessoas aprendem diferentemente, pois a flexibilidade da não linearidade na disposição dos itens (efeito rizoma) e mesmo na quantidade deles permite que a prova se adapte ao estudante, na tentativa de detectar suas aprendizagens, e não a recíproca tão enraizada na cultura da avaliação, onde o estudante é que tem de se adaptar à prova, o que pode atrapalhar alguns aprendizes na hora de expor o que ele sabe, causando o famoso *branco* e mesmo a aversão ao momento avaliativo devido à TPP, *Tensão Pré-prova* causada pela metralhadora da filosofia dos exames, a qual lança cinco, dez, vinte, quarenta e cinco questões de uma só vez, independentemente das respostas que estão sendo dadas às primeiras questões escolhidas pelo estudante para serem respondidas.

Naturalmente, uma turma cheia leva alguns dias até que todos os estudantes sejam avaliados de acordo com a Filosofia da Teia (SILVA; GUERRA, 2016). Mas, por que a pressa em avaliar, se a própria pressa pode contaminar negativamente as evidências da aprendizagem? Quanto à condição de se ter poucos estudantes na sala de aula no uso desse método, isso é possível quando o docente é visto em sua instituição como alguém comprometido e respeitado por seu público discente. Digo isto, pois, ao liberar uma fração grande de uma turma, o professor estará alterando a dinâmica de toda a instituição, podendo causar distúrbios em outros setores como: a) outras salas de aula em aula, pois os estudantes liberados poderão fazer barulho ao passar pelos corredores; b) da coordenação de disciplina, a qual deverá saber o motivo desses estudantes estarem fora da sala e o paradeiro deles; c) a coordenação pedagógica, pois esta deve estar ciente dos métodos de seu educador matemático; d) a própria gestão, a qual se preocupará ao ver estudantes no pátio da instituição.

Todos esses possíveis obstáculos logísticos que conspiram contra o uso dessa metodologia são contornáveis quando o professor é conhecido por sua dedicação. E como alcançar esse *status*? Quando comecei com essa ideia inusitada, tive de negociar, explicar, combinar, tolerar *caras feias*, mas a perspicácia e o bom diálogo, em conjunto com a satisfação dos educandos e seu rendimento potencialmente em ascensão, criaram a abertura necessária para a implantação dessa filosofia de ensino-aprendizagem-avaliação nas instituições, tanto públicas quanto particulares, tanto do ensino básico quanto do superior.

Essa filosofia permite ao docente uma convivência particularizada com cada estudante de uma coletividade, um olhar isonômico e uma assistência personalizada. Os ganhos dessa abordagem pedagógica são, talvez, incalculáveis. Os mais salientes são: o nível de aprendizagem atual (Vygotsky denomina aprendizagem real) e o potencial de cada educando, compreendendo-se aquilo que ele sabe sozinho, aquilo que ele sabe com assistência, aquilo que ele ainda não sabe e o porquê de ele não saber. As teorias psicológicas que apontam a direção na hora de avaliar a aprendizagem, mas não explicam como chegar lá, aqui recebem uma solução concreta e viável. A dicotomia entre teoria científica e prática educacional se depara com a possibilidade real de encontrar seu antônimo através da filosofia da *teia*.

A quantidade de dados qualitativos e quantitativos que podem ser coletados através desse estilo de avaliação, com cada estudante, pode ser aproveitado pelo professor, ou ainda, a maneira de se investigar a aprendizagem pode ser otimizada através da *teia*. Particularmente eu tenho o costume de ter um *notebook* à minha frente, com uma planilha aberta para receber todas as informações que eu julgo importantes para quantificar a possível aprendizagem colhida nos momentos avaliativos, para gerar uma nota que reflita todo esse contexto; portanto, uma tentativa de nota justa, fruto de uma investigação. E como a prova basicamente é corrigida em sala de aula, não há um aumento em meu trabalho, muito embora eu precise estar com minha paciência e atenção aumentadas, já que cada *teia* toma um rumo diferente, personalizado pelo estudante que a percorre e constrói. Não levo prova para casa, mas o estudante sim, pois ela permanece em seu caderno para, se ele tiver interesse, refazer seus percursos.

A nota não é necessariamente dada no fim da *teia*, uma vez que os dados registrados no computador podem exigir reflexão da parte do docente, o que resulta em uma entrega de resultados posterior, na próxima aula ou semana, com cada estudante sendo novamente chamado à mesa e visualizando na tela seu rendimento na *teia* em porcentagem, por exemplo. Mas também pode acontecer sim de a nota ser gerada imediatamente ao fim das ramificações. A reflexão docente quanto aos dados e resultados não precisa ser feita em casa. Pode sem problema algum ser feita na própria sala de aula, diante de cada estudante de uma turma, no particular do birô. Contudo, novamente, exige-se do professor que ele tenha conquistado respeito e autoridade suficientes de seus aprendizes a tal ponto de o barulho e a desordem não atrapalharem o processo de divulgação dos resultados da *teia*, sejam eles divulgados de imediato ou posteriormente.

Esse contato respeitoso e cortês com o educando por parte do educador, quando contém em seu bojo expressões como “por gentileza”, “parabéns!”, “tenha paciência consigo mesmo(a)”, “tenha paciência com os meus métodos docentes assim como eu tenho para com suas características discentes”, “obrigado”, “vou lhe dar assistência” etc., oportuniza também uma maneira agradável, exemplar e cidadã na comunicação entre docente e discente, e se este último quiser aprender, ele transportará essa maneira da escola para a vida em família e em sociedade. E quem consegue avaliar aonde isso poderá chegar? De fato, esse contato e essa *prática* podem gerar um contrato entre docente e discente em prol do alcance dos objetivos educacionais de ambos, calibrando a afetividade entre os dois sujeitos. Nas *teias* mediadas pelas TIC, além das expressões corteses, são colocadas imagens com rostos ou semblantes (*emoticons*<sup>13</sup>) que sugerem simpatia e promovem a empatia. Segundo alguns estudiosos, é uma tendência o desenvolvimento de sistemas que emulam e modelam aspectos do funcionamento cognitivo. Os pesquisadores olham prospectivamente para a incorporação da metacognição e das emoções humanas aos sistemas tutores inteligentes e seus melhoramentos (COLL; MONEREO, 2010).

D’Ambrósio (1996) coloca as teorias como resultantes das *práticas*. Para ele a *prática* resultante da pesquisa modificará ou aprimorará a teoria de partida e assim modificada essa teoria criará necessidades e dará condições de mais pesquisa, com maiores detalhes e profundidade, o que influenciará a teoria e a *prática*. A aceitação desses pressupostos conduz à dinâmica que caracteriza a geração e a organização do conhecimento. Facilmente se percebe que o conceito de pesquisa em educação ampara-se na “moda” prevalente na época (por exemplo: construtivismo, instrucionismo, sócio-interacionismo ou outras linhas). Segundo o mesmo pesquisador isso revela uma enorme falta de autoconfiança, e poucos têm coragem de ancorar suas teorizações nas suas próprias reflexões e *práticas*.

Nos capítulos que seguem, veremos como cada milímetro da filosofia da *teia* – a teoria resultante de nossa *prática* – é impregnado de teorias psicológico-educacionais que visam à diminuição dos obstáculos que militam contra a aprendizagem humana, e como a materialização da articulação dessas teorias e sua operacionalização por meio das TDIC fazem jus ao acumulado da ciência com relação ao ensino-aprendizagem-avaliação e a época em rede (em *teia*) na qual vivemos. A escola e a Matemática, ambas com a metodologia

---

<sup>13</sup> São pequenas imagens que expressam várias das as emoções humanas, contidas e compartilhadas em redes sociais como o *Facebook* e o *WhatsApp*, e bastante conhecidas de seus usuários.

adequada a cada sujeito de seu público, poderão exercer suas funções de formar cidadãos produtivos e alfabetizar cientificamente, respectivamente.

## 5 Articulação das teorias componentes da *teia*

A quantidade e variedade de questionários, *quizzes*, e testes “dinâmicos” (no sentido de não tradicionais) presentes na Web 2.0<sup>14</sup> são enormes, tanto no *YouTube* quanto no *Google* e em outros lugares da rede. Mas entre suas características não se percebe uma fundamentação psicológica (pelo menos em grande parte das avaliações da aprendizagem presentes na literatura científica que tivemos acesso, citada nesta pesquisa). São as mesmas provas escritas no papel (tradicionalismo), agora na versão *online*.

Já os materiais autossuficientes, que estimulam a autoaprendizagem (COLL; MONEREO, 2010) elaborados a partir do paradigma da Psicologia da Educação Virtual, por sua vez não se apresentam na forma de avaliação da aprendizagem (pelo menos em grande parte materiais presentes na literatura científica que tivemos acesso, citados nesta pesquisa). Eles são caracterizados, basicamente, pela capacidade de personalização ou atendimento das necessidades educacionais dos educandos, e pela flexibilidade e adaptação que se consegue com a utilização de diferentes materiais desses. Esses pesquisadores da Psicologia da Educação Virtual ainda salientam como esses recursos oferecidos planejadamente pelo educador/tutor aos educandos se tornam em apoios de natureza afetiva e emocional, que alimentam o interesse pelo conteúdo e oportunizam autonomia ao aprendiz em sua missão de aprender.

Neste capítulo se evidencia como a Avaliação em Forma de Teia e sua filosofia se assemelham a esses materiais. Na seção 5.1 caracteriza-se a *teia* como uma estratégia didática e metódica. A primeira teoria psicológica, Aprendizagem Significativa de Ausubel et al. (1980) é articulada com nossa estratégia na seção 5.2, enquanto que a Teoria da Resposta ao Item segundo Andrade et al. (1998) é inserida na *teia* na seção 5.3. A avaliação em Matemática aqui pesquisada é caracterizada como uma avaliação Dinâmica em conformidade com a Psicologia da Educação Matemática (LUNT, 1994; LIMANA; BRITO, 2008; BRITO, 2011) na seção 5.4. A conceitualização de Vergnaud (1994) e a teoria das cargas cognitivas de Sweller (1988) e Mayer (2001) são articuladas na seção 5.6. A última seção deste capítulo,

---

<sup>14</sup> Como é chamada a atual fase da internet (a segunda), muito embora, paralelamente a esta, a Web semântica ou 3.0 (a terceira fase) já está sendo implementada limitadamente. De acordo com Coll e Monereo (2010) a Web 2.0 vai além de um ambiente para se buscar e baixar informação (Web 1.0); ela coordena diversas fontes de informação e conteúdos múltiplos, relacionando dados e pessoas, adaptando os recursos às necessidades dos usuários. Já a terceira fase propõe que a informação seja compreensível para computadores (robôs), não somente localizável e acessível, permitindo que esses robôs virtuais realizem exatamente as mesmas atividades que as pessoas fazem na internet, em vez de apenas armazenar e processar informação.

5.7, trata do planejamento da assistência contínua segundo Vygotsky (1980) no contexto da Psicologia da Educação Virtual (COLL; MONEREO, 2010).

### **5.1 A teia – uma estratégia didática**

O processo de ensino e de aprendizagem em contexto escolar envolve de modo contínuo três etapas, nomeadamente planejamento, execução e avaliação das ações didáticas. No método tradicional, o processo de avaliação consiste basicamente na aplicação de exames escritos, assumindo em geral um caráter meramente classificatório, não fornecendo ao estudante um retorno ou diagnóstico acerca das suas dificuldades de aprendizagem nem opções para que ele supere essas dificuldades. O professor, por sua vez, realiza a correção das provas com o intuito de apenas constatar os erros e os acertos dos estudantes para conferir-lhes uma nota.

A adoção dessa forma padrão de exame tem se consagrado nas escolas por algumas razões práticas: (a) é aplicável em turmas com números grandes de estudantes; (b) produz um registro escrito documental do que o estudante produziu em face do que lhe foi solicitado na questão proposta no texto do exame escrito; (c) fornece um critério quantitativo para a aprovação ou reprovação do examinando. A principal crítica desferida ao método padrão de exame escrito é que ele se presta mais à hierarquização e classificação dos estudantes do que à avaliação do processo de ensino e de aprendizagem, e mais: uma prova educacional não ética pode ter uma atuação nefasta dentro e fora da instituição de ensino, perpetuando injustiças e desigualdades numa sociedade, ao se usar seu poder de controle e segregação desregradamente (LUCKESI, 1986; LIBÂNEO, 1990; ESTEBAN, 2008; D'AMBROSIO, 2013).

Muitos autores têm ressaltado a necessidade do desenvolvimento de estratégias de avaliação que permitam a superação dessa ausência de retorno de informações aos estudantes e professores acerca dos êxitos e das dificuldades apresentadas por eles no processo de ensino e de aprendizagem. Neste capítulo fundamentaremos a ideia da *teia* a qual, como já introduzimos, é um método de avaliação que permite tanto a autoavaliação do estudante, quanto oferece: (1) subsídios ao professor de diagnosticar as dificuldades do estudante e (2) opções ao estudante de superação de suas dificuldades na aprendizagem de um dado conteúdo matemático.

O método de avaliação em *teia* aqui pesquisado e proposto está inserido no contexto da aprendizagem contínua em ambiente computacional (celulares, *tablets*, *desktops*, *notebooks*, etc., conectados à internet). Desse modo, ele pode ser utilizado também em processos de ensino a distância e no ensino híbrido. No que se segue destacamos as teorias que o norteiam.

A *teia* tem como mola propulsora a aprendizagem contínua mediada pela tecnologia educacional, concordando com Neto (2007, p.110) quando ele diz que virtualizar o ensino tradicional é inútil, de modo que a presença do computador não é um amuleto pedagógico aqui. “O que se pretende é que a tecnologia seja usada como uma ferramenta para a aprendizagem. A postura pedagógica do professor define qual a utilização será feita”.

A postura proposta por essa estratégia didática é articula algumas teorias psicológicas que se assemelham, em sua materialização, à teoria da Zona de Desenvolvimento Proximal de Vygotsky (1980), com a questão da mediação da aprendizagem por pares sendo substituída<sup>15</sup> pela tecnologia, a qual se engenhosamente utilizada pode personalizar a aprendizagem. O constructo teórico da *teia* define tal engenharia educacional. Passaremos a destacar na sequência, e demonstrar também, a orquestração dessas visões psicopedagógicas componentes da *teia*, sua operacionalidade e sua materialização.

## 5.2 Os itens de uma *teia* estão no contexto da Aprendizagem Significativa

No início de cada período letivo desde o advento da *teia*, todos os aprendizes do autor da pesquisa em duas instituições de ensino, uma pública de ensino básico (Escola Estadual Dr<sup>a</sup> Eunice de Lemos Campos, anos letivos 2015 e 2016) e outra particular de ensino superior (Centro Universitário CESMAC, semestres letivos de 2016), são submetidos à primeira *teia* do ano: uma Sondagem Biopsicossociológica, uma espécie de avaliação diagnóstica (AUSUBEL *et al.*, 1980) *online*<sup>16</sup> que se ramifica de acordo com os dados informados pelo aprendiz, sendo personalizada a partir das respostas do estudante (prova adaptativa cuja construção abordaremos na próxima seção), com o propósito de ir além de descobrir os conceitos subsunçores ausubelianos (conhecimento já existente na estrutura cognitiva do estudante), descobrindo também informações pessoais que formam uma espécie de *Big data*

---

<sup>15</sup> Ou não, pois ao se permitir que duplas e até trios de estudantes percorram a mesma *teia*, no mesmo computador, se verifica que a ideia vygotskyana permanece e a tecnologia vem para somar. Por outro lado, quando uma só pessoa é avaliada por esse método, aí sim se pode dizer que a tecnologia forma o par ou faz a parceria.

<sup>16</sup> No Apêndice C pode-se ver uma capa dessa sondagem.

(megadados)<sup>17</sup> de cada educando (RIGO *et al.*, 2014) auxiliando o educador em sua personalização do fazer-ensinar-avaliar Matemática e na afetividade (SISTO; MARTINELLI, 2006), o que contribui solidamente na tomada de decisões dentro da relação educador–educando (SOUTO, 2003; BRITO, 2011) ao longo de todo um período letivo.

As questões matemáticas presentes na Sondagem, bem como em todas as avaliações (mediadas por computador e as no papel) ao longo do período letivo, estão dentro da seguinte sequência didática embasada na Aprendizagem Significativa de Ausubel *et al.* (1980): 1) aula presencial; 2) vídeo-aulas colocadas no Blog do Prof. H (Ambiente Virtual de Aprendizagem – AVA, disponível em <http://blogdoprofh.com>); 3) exercícios do livro (evitando-se o consumo de papel com listas de exercícios extras), com diálogo entre cada aprendiz da sala e seu educador (SISTO; MARTINELLI, 2006) e a observação dos cadernos de todos; 4) *Quiz* do prof. H *online* e *offline* também depositado no AVA (este questionário possui assistência e *feedback* imediatos em cada questão, e ao final o estudante recebe do aplicativo seu percentual de acertos e a quantidade de questões acertadas de primeira); 5) Lista de Exercício *online* (estilo ENEM); 6) Avaliação em forma de Teia *online*; 7) Avaliação Presencial (a única que demanda papel extra).

Essa sequência é um ciclo de trabalho bimestral ou trimestral de ensino (a depender do rendimento de cada turma) que consegue suprir a carência apontada por Soares *et al.* (2009) em sua avaliação automatizada – a ausência de registros escritos pelo educando. Aqui tal

---

<sup>17</sup> Dos Santos e Lemes (2014, p. 180) citando o *site* da IBM (2011) traduzem a definição do termo *Big Data* assim: “é uma oportunidade de encontrar insights em novos e emergentes tipos de dados e conteúdos, para tornar seu negócio mais ágil e para responder a perguntas que foram anteriormente consideradas fora de seu alcance”. Claudio Sasaki, CEO da *Geekie*, em entrevista à revista Nova Escola explica a aplicação dessa estratégia à Educação da seguinte maneira: quando usamos qualquer dispositivo conectado à internet, fornecemos (por meio de cliques, áudios, textos, vídeos e outras interações) um enorme volume de dados sobre nós. Quando essas informações são analisadas em conjunto, tornam-se uma ferramenta poderosa para empresas, que podem, por exemplo, ajustar as estratégias de marketing a fim de alcançar com mais eficiência o público alvo delas. É por isso que os anúncios veiculados nos sites que você visita são normalmente interessantes: serviços como o Facebook ou o Google sabem o que você quer. Certo, mas o que isso tem a ver com a Educação? Bem, dados sempre fizeram parte da rotina escolar e são necessários para a tomada de decisões tanto de gestores quanto de professores e coordenadores pedagógicos. Mas é a tecnologia que lhes confere o “big”, oferecendo variedade, quantidade, exatidão e rapidez. É ela que torna possível obter informações detalhadas sobre interesses, habilidades, dificuldades, nível de aprendizado e até alguns hábitos e características emocionais de educandos ou escolas inteiras. Isso é de enorme valor não só para a gestão pedagógica, mas também para que os professores possam entender melhor as turmas e obter um panorama mais exato do nível de conhecimento dos estudantes. E, ao contrário do que pode parecer, as tecnologias que envolvem os “megadados” não exigem das escolas uma infraestrutura complexa. Uma das formas de obter esses dados é por meio de avaliações externas, que, associadas a tecnologias educacionais, geram relatórios de aprendizado bem detalhados tanto dos estudantes individualmente quanto de toda uma escola. Quando analisados e contextualizados por professores e gestores, essa informação pode nortear desde o desenvolvimento de planos de aula que atendam melhor às necessidades mais imediatas de uma classe até toda a política pedagógica da escola. Disponível em: <<http://novaescola.org.br/blogs/tecnologia-educacao/2015/11/24/voce-sabe-o-que-e-big-data/>>. Acesso em: 10 Mar. 2016.

lacuna é preenchida, por exemplo, pela Avaliação Presencial (7º item da sequência), a qual é realizada com o uso de papel cujo objetivo é descobrir quais ferramentas, objetos e quadros (DOUADY, 1987) o aprendiz usou na resolução de problemas, e, portanto, como o conhecimento ofertado foi personalizado por ele e organizado por escrito sob que semiótica na resolução das situações propostas (DUVAL, 2003).

A teoria da aprendizagem Significativa é o conceito central da teoria de Ausubel (1968) e foi esmiuçada mais adiante por ele juntamente com os pesquisadores Novak e Hanesian (AUSUBEL *et al.*, 1980). Eles a definem como a aprendizagem que acontece quando as ideias novas são vinculadas a informações ou conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do indivíduo. A aprendizagem significativa, portanto, ocorre somente quando uma nova informação relaciona-se a um aspecto da base de formação conceitual do aprendiz. Durante esse processo há uma interação entre a nova informação e certa estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de conceito subsunçor presente na estrutura cognitiva de um aprendiz.

Embora não sejam dados exemplos específicos no ensino de Matemática dentro dessa teoria (SILVA; DE JESUS, 2004), dada sua abrangência, é possível aplicarmos com precisão as seguintes características ausubelianas: *organizadores prévios* – na Sondagem mencionada no início desta seção são colocados alguns problemas não específicos (mais gerais e abrangentes do que os que virão após as aulas) que buscam as ideias presentes na estrutura cognitiva do estudante entrevistado/avaliado as quais sinalizam o que ele já conhece sobre o que lhe será oportunizado mais adiante. Ausubel *et al.* (1980) recomenda o uso desses organizadores prévios para acelerar o processo de descoberta dos subsunçores e/ou de ativação deles, tornando-os ancoradouros do novo conhecimento. Tais problemas pretendem ensinar a contextualização sociocultural, referentes ao conteúdo e manipulação da cognição do estudante favorecendo a aprendizagem significativa.

De acordo com Moreira e Masini (1982) um organizador prévio ou antecipatório possui o princípio da *diferenciação progressiva* o qual comporta as ideias gerais a serem colocadas diante do aprendiz, primeiramente, para posteriormente serem progressivamente diferenciadas quanto aos detalhes e a especificidade. Outra característica mencionada pelos pesquisadores é a *reconciliação integradora* – princípio utilizado quando se explora as relações entre proposições e conceitos, evidenciando semelhanças e diferenças, reconciliando

inconsistências reais e aparentes. Esses recursos estão presentes na assistência contínua ao aprendiz e serão destacados dentro da estratégia didática aqui explorada, mais adiante.

### 5.3 A Avaliação em Forma de Teia e a Teoria de Resposta ao Item (TRI)

Esse estilo de avaliar se situa no campo das propostas de avaliação em ambientes computacionais, tais como aquele apresentado por Soares *et al.* (2009, p. 137), o qual foi realizado com estudantes recém chegados à graduação em Matemática e

utilizou-se um programa interativo que oferece um banco de questões bem como recursos para a criação de novos exercícios: o WIMS – WWW *Interactive Multipurpose Server* um programa livre que pode ser acessado através de qualquer navegador web na internet.

Essa é uma das poucas experiências em avaliação matemática mediada por computador conectado à internet, registrada na literatura científica que temos conhecimento. A *teia* é uma prova adaptativa que materializa sua filosofia, fazendo com que o educando possa responder a uma quantidade maior de problemas que estão no seu nível de conhecimento (ou próximo dele). A *teia* dá continuidade aos estudos dessa temática.

O nome da avaliação é facilmente explicado pelo formato rizomático de sua estrutura não linear (Apêndice A) – literalmente uma teia de trajetórias possíveis a serem percorridas pelos estudantes (LUNT, 1994; LIMANA; BRITO, 2008; BRITO, 2011) de acordo com suas resoluções/respostas, possibilidades estas planejadas criteriosamente (como veremos mais adiante) pelo educador-engenheiro<sup>18</sup>.

Essa não linearidade da avaliação é planejada e construída através da opção Formulários do pacote de aplicativos *online Google Docs*<sup>19</sup>. Também faz parte do planejamento da *teia*: a definição da quantidade de ramos (trajetos possíveis dos quais deriva a quantidade de mão de obra para quem está construindo a avaliação e o tempo total de elaboração do questionário interativo); a escolha criteriosa (VERGNAUD, 1986, 1993) do

<sup>18</sup> Essa expressão é uma referência à complexidade singular de cada indivíduo, apontada pela Psicologia da Educação Matemática (BRITO, 2011) e a engenhosidade necessária à elaboração de uma avaliação dinâmica, mas não necessariamente complicada e trabalhosa para o professor. O docente não precisa ser um programador, mas precisa ter familiaridade com computador e internet, e ter um banco de dados contendo problemas diversos e algumas características biopsicossociais de seus estudantes – o *Big data*.

<sup>19</sup> [www.google.com/docs/about](http://www.google.com/docs/about), acesso em jun. 2015. No site se encontra o tutorial ou manual de uso do programa *online* gratuito. Usamos o programa para a realização de nossa ideia original muito embora ele seja elástico, para fins diversos.

banco de itens (DOUADY, 1986; ROBERT, 1998) e a quantidade e qualidade (MAYER, 2001a) de assistência contínua e imediata a ser dada ao aprendiz durante seu percurso (VYGOTSKY, 1980; SWELLER, 1988, 2003).

Algumas implicações imediatas da implementação do planejamento embasado no constructo teórico da *teia* (os teóricos mencionados terão suas ideias exploradas pormenorizadamente no decorrer da dissertação):

- I) O docente colocará em sua *teia* uma assistência à disposição do educando (SWELLER, 1988, 2003).
- II) O estudante poderá escolher o nível do problema (ROBERT, 1998) a ser resolvido (modo voluntário) e/ou a *teia* o conduzirá para um item com mais conceitos, caso ele acerte o problema anterior, ou uma questão de nível secundário, sempre que ele errar (modos automáticos). Estes últimos modos acontecem cada vez que ele errar na solução do problema, pois automaticamente a próxima questão será mais simples, procurando seus conceitos subsunçores (AUSUBEL et al., 1980) e seu nível de aprendizagem real (VYGOTSKY, 1980) ou atual, e/ou quando o aprendiz acertar a questão e receber, automaticamente, um item mais sofisticado (com mais conceitos) em relação ao anterior.
- III) Já o modo voluntário ocorrerá sempre que o aprendiz se sentir desconfortável com a questão e escolher a opção pelo problema mais simples, dando-lhe ânimo (obviamente que isto implicará uma quantificação inferior de seu aprendizado, pois ele terá fugido de um problema mais elaborado ou ideal, para um que exige uma gama de conceitos menor, ou secundário); o aprendiz poderá escolher se conclui ou se continua o questionário após uma quantidade mínima (antevista pelo engenheiro) de ramos percorridos.
- IV) O estudante poderá sentir-se motivado ao usar a tecnologia para sua formação (já que costumeiramente a usa para outros fins) e vai revelando em seu trajeto o que sabe resolver sozinho, o que sabe resolver ao receber assistência e o que não sabe ainda (VYGOTSKY, 1980).
- V) A verificação das trajetórias percorridas por uma sala de aula inteira é facilmente realizada como na avaliação de Soares *et al.* (2009). Dito de outro modo, a correção da prova é simples, pois o planejamento da *teia*, a TRI (a abordaremos a partir do próximo parágrafo) e o programa Formulários

garantem a visualização fácil pelo avaliador do uso que o aprendiz fez de seu conhecimento. Além da TRI da *teia* oferecida pela Filosofia desta, desde o último semestre de 2016 o *Google* oferece duas maneiras automáticas para a correção de um questionário: a opção teste (vide o Produto Educacional desta dissertação) e o aplicativo-complemento *Flubaroo*, os quais geram as notas de um sem número de questionários, após o docente recebê-los de seus discentes preencher/especificar alguns parâmetros *online*.

- VI) Quando o estudante conclui suas trajetórias ele as envia *online* ao professor.
- VII) Os percursos de vários educandos enviados inclusive simultaneamente, chegam automaticamente na conta gratuita (aberta pelo docente) no *Google*, na forma de uma planilha do Excel *online* contendo detalhadamente todas as escolhas dos estudantes, possibilitando ao avaliador analisar e quantificar celeremente (tópico V acima), de acordo com as respostas dos aprendizes. O educador pode ainda configurar o aplicativo Formulários do *Google* para que, em data e horário específicos envie para os que realizaram a *teia* sua prova detalhada por *e-mail*, com a nota ou sem ela, com os itens não realizados pelo estudante ou sem eles. O educador-engenheiro é quem decide em seu planejamento da *teia*, e mesmo se mudar de ideia, mesmo não especificando no planejamento daquela *teia*, ele a qualquer tempo poderá enviar os percursos individuais dos estudantes para seus respectivos *e-mails* (esses recursos e os mencionados no tópico V, são chamados *mash-up* por Coll e Monereo (2010), uma mistura de recursos com o objetivo de ajustar o processo avaliativo às necessidades docentes e discentes).

De acordo com Andrade *et al.* (1998) a Teoria da Resposta ao Item (TRI) é um sofisticado conjunto de modelos matemáticos. Ela serve para mensurar traços latentes, ou seja, qualquer característica de uma pessoa, ou mesmo de uma empresa e outras instituições, os quais só se consegue medir de forma indireta. Para essa teoria é possível montar um conjunto de perguntas e a partir das respostas obtidas, construir uma régua para medir aquela característica (a programação computacional facilita o uso dessa teoria). Resolver um item (problema/questão) sobre análise combinatória, por exemplo, exige o domínio específico de um conhecimento matemático, de modo que faz sentido fazer uso dessa teoria quando se quer descobrir se o estudante domina o conhecimento do tópico (um conceito).

Em entrevista<sup>20</sup> à empresa *Geekie* (mencionada na introdução), o pesquisador Dalton Andrade explica que aqui no Brasil se começou a trabalhar com a TRI nos anos 90 no Sistema de Avaliação da Educação Básica, como já estamos situados, enquanto o ENEM só a adotou a partir de 2009. Nessa mesma entrevista, vários outros especialistas em avaliação foram consultados e ao mencionarem a TRI aplicada ao ENEM explicaram que:

- (1) As questões que compõem o Banco de Itens do Inep (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais – órgão do Ministério da Educação que é o responsável pelo Enem, tanto do ponto de vista pedagógico quanto logístico), são valoradas de acordo com três habilidades: discriminação (capacidade do item de separar quem domina o conteúdo de quem não o domina); dificuldade (na régua<sup>21</sup> do Enem, a posição de uma questão está relacionada ao nível de proficiência exigido dos candidatos para que eles assinalem a resposta correta; os itens mais acertados nos pré-testes povoam a base da régua); e adivinhação (essa variável tenta estimar a capacidade de alguém assinalar a resposta correta mesmo que não saiba o necessário sobre um determinado assunto). Os gráficos que relacionam os resultados dos pré-testes e os itens fornecem dados sobre as habilidades de um item. *(A filosofia da teia mimetiza este aspecto da TRI, diminuindo drasticamente o tempo de correção das provas, como se verá após as informações da entrevista).*
- (2) A nota mínima e máxima do Enem estão relacionadas aos parâmetros de dificuldades dos itens que compõem a prova, de modo que podem não existir as notas extremas, 0 e 1000, ou seja, mesmo errando todos os 45 itens do questionário de Matemática, o examinado não recebe zero e mesmo se outro candidato acertar todos eles, não receberá 1000 pontos, contrapondo a cultura do zero (*aluno* que sabe nada, *alumnus*) e a do *CDF* (“cabeça/crânio de ferro”, o estudante “sabe tudo”). *(No detalhamento da pesquisa-ação, apresenta-se como a TRI da teia usa o Big Data de cada estudante para aperfeiçoar a nota da prova).*
- (3) Uma mesma quantidade de questões acertadas por estudantes diferentes pode resultar em pontuações distintas, pois se considera que o conhecimento seja cumulativo e o domínio de habilidades mais complexas requer o domínio de habilidades mais simples. Por isso, espera-se que o estudante acerte as questões com nível de

---

<sup>20</sup> Disponível em <<http://materiais.geekie.com.br/entenda-a-tri>>. Acesso em: 07 Jan. 2016.

<sup>21</sup> No pré-teste, grupos restritos de estudantes respondem a lotes de questões que serão incluídas em edições futuras do Enem. As com grande índice de acerto vão para a base da régua do exame, as de média dificuldade povoam o centro e as difíceis, o topo.

dificuldade abaixo do seu nível de conhecimento e tenda a errar as questões que exigem um nível de conhecimento superior ao que ele possui. Assim, acertos aleatórios, não coerentes, tendem a valer menos na estimação da proficiência do candidato. Não há punição do tipo pontuação negativa (perda de pontos), mas uma tentativa de onisciência matemática por meio da TRI. *(Um professor onipresente, como será chamada a assistência contínua da teia, também é capaz de se utilizar de uma onisciência matemática semelhante, mas sem as fórmulas estatísticas gigantescas da TRI).*

- (4) Graças em boa parte à TRI, o Enem é um instrumento confiável de mensuração do desempenho dos estudantes brasileiros. Por outro lado, a montanha de dados gerados raramente tem servido para aperfeiçoar o ensino na prática. O Enem poderia ser um roteiro do que é necessário para formar estudantes qualificados, mas essa chance tem sido, na maioria dos casos, pouco aproveitada. No Brasil você tem muitos dados, mas eles não são de fácil leitura. O Inep vê a avaliação como fim, não como meio. Para os educadores ela é meio. Traduzir o resultado da avaliação em ação pedagógica não é fácil. É necessário montar um plano de ensino e uma sequência didática, saber o que o aprendiz domina e o que é necessário ele aprender, etapa por etapa, para chegar a uma pontuação maior. Não se trata de apagar incêndios, mas criar um ciclo de trabalho. *(O Big Data da Filosofia da Teia, se utilizado pelo docente, é uma cura para essa realidade brasileira).*
- (5) Avaliações baseadas em questões com o auxílio da TRI, e não no conjunto da prova, exigem um grande volume de itens de qualidade, capazes de aferir o desempenho de candidatos. É preciso continuar ampliando o Banco Nacional de Itens. O crescimento do banco também é requisito para o desenvolvimento de provas adaptativas. Nelas, o computador submete as questões ao educando de acordo com a resposta ao item anterior. O objetivo é ter um exame o mais personalizado possível e *online*. *(A estratégia didática aqui explorada antecipa-se aos macro objetivos do Inep, obviamente numa esfera micro).*

A TRI aplicada a *teia* consiste na valoração prévia dos itens pelo professor, durante o planejamento da avaliação, objetivando a garantia de que a quantificação do conhecimento manifestado pelo educando, em sua trajetória, seja ao mesmo tempo menos trabalhosa para o docente (programas como o Excel calcularão a pontuação, por exemplo) e mais coerente com a tentativa de espelhamento (*feedback* ao estudante sobre seu percurso intacto), informando ao

educando não apenas sua nota, mas a régua usada nesse processo (itens acertados, seus valores, quantidade de assistências solicitadas, etc. Vide Apêndice B). Além e apesar disso, o *Big Data* é usado pelo docente para avaliar se o estudante errou uma alternativa por contingência, falta de atenção (talvez ainda mais presentes no uso das tecnologias digitais em relação aos questionários de papel), ou se ele não satisfaz o nível cognitivo exigido pela questão.

É importante enfatizar que este recurso, o *Big Data*, está em consonância com a Psicologia da Educação Virtual. Por exemplo: ao explorar os benefícios recebidos pelo estudante que tem acesso a sistemas tutoriais baseados em inteligência artificial (como já dissemos na introdução, a *teia* é uma versão “não-artificial” e com muito menor custo desses sistemas), pesquisadores como Coll e Monereo (2010, p. 167) afirmam que:

“Estes sistemas proporcionarão uma adaptação progressiva ao usuário, ganhando em significatividade psicológica, dado que estabelecem o acesso aos conteúdos e o seu sequenciamento em função das escolhas prévias [...], utilizando para isso a formação dinâmica de bases de dados realimentadas constantemente pelo próprio uso do material e pela obtenção de respostas pessoais”.

Essa (pre)ocupação criteriosa do educador impede que a nota de uma prova seja algo rígido. Há a possibilidade de flexibilização e negociação, até por que o estudante tem a opção de receber todo seu trajeto na *teia* intacto, via *e-mail*, além das alternativas corretas, todos os itens (inclusive os não realizados por ele), bem como as assistências solicitadas por ele.

O mecanismo automático (ou modo automático, visto anteriormente) embora não extinga a possibilidade de palpite (o conhecido *chute*) por parte do estudante, diminui consideravelmente sua probabilidade, uma vez que tal mecanismo só envia um item com um nível maior (item ideal, mais valioso) quando o aprendiz acerta um item com um nível secundário ou quando ele acerta uma questão que já era de nível ideal (tópico 3 mais acima). Além do mais em todos os itens o educando tem a opção “não entendi/preciso de ajuda” (recurso da assistência contínua, o qual será explorado mais adiante), e mesmo após a assistência, quando esta não beneficiou sua memória (ou detectou uma possível não aprendizagem do tema), ele pode escolher um item secundário, talvez mais adequado ao seu conhecimento naquele momento (chamamos conhecimento atual).

Ou seja, a estratégia da *teia* imita um conjunto sofisticado de modelos matemáticos (TRI), mas o faz com uma engenharia psicopedagógico-tecnológica elaborada sem o auxílio

de um *expert* em computação e sem fazer uso de qualquer recurso de programação computacional<sup>22</sup>. É a própria postura pedagógica do professor (NETO, 2007) refletida e reproduzida no uso que ele faz das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), principalmente as digitais (TDIC) móveis. O armazenamento dos dados coletados por *teias* (*Big Data*) em uma turma inteira é feito gratuita e automaticamente pelo *Google*, possibilitando ao docente, ao coordenador pedagógico, aos pais dos estudantes, aos próprios estudantes, etc., a visualização fácil, disponível a todo tempo (sempre que o professor liberar a planilha que contém as trajetórias) e a tomada de ações pedagógicas a partir desses dados (tópico 4 mencionado mais acima).

Mostra-se na sequência como essa postura pedagógica é mais do que um simples decalque da TRI – é motivada e abalizada por teorias científicas psicológicas.

#### **5.4 A teia é uma Avaliação Dinâmica**

De acordo com a psicóloga e pesquisadora em Educação Matemática Márcia Brito (2011), a ideia de Avaliação Dinâmica se materializa quando os educandos aprendem não apenas nas aulas, entre as avaliações, mas também durante as avaliações, sendo a aprendizagem um fenômeno contínuo envolto em situações de teste-intervenção-reteste. Quando um problema é resolvido de maneira incorreta o *feedback* pode ocorrer para o aprendiz, auxiliando-o o quanto antes para que ele tenha condições de acertar o tópico e dominar o Campo Conceitual (estudaremos mais adiante) relativo a ele. A (pre)ocupação do docente é com correção e superação das dificuldades do discente, dentro do contexto de uma interação dinâmica, de um relacionamento intenso entre o aprendiz e o educador – afeto e Matemática.

Esse estilo de avaliar é prospectivo e evidencia os dados qualitativos; seu escopo é compreender a relação entre o aprendizado e o desenvolvimento das funções psicológicas superiores. Fundamenta-se na noção de que as habilidades cognitivas são modificáveis e que existe algum tipo de zona de desenvolvimento proximal de Vygotsky (1980 apud LUNT, 1994). (A zona de desenvolvimento proximal é a diferença entre o Nível de Desenvolvimento Real – aquelas atividades que o sujeito é capaz de realizar sem assistência – e o Nível de

---

<sup>22</sup> Pode-se encontrar na literatura científica algo semelhante, salientando-se a responsabilidade dos profissionais da educação (em vez dos departamentos de computação) para que exerçam alguma influência no desenvolvimento e aplicações das TIC, fazendo com que “respondam a determinadas concepções do que se deve aprender, ensinar e viver em uma sociedade justa e democrática” (COLL; MONEREO, 2010, p. 186).

Desenvolvimento Proximal – aquelas atividades que o sujeito é capaz de realizar com a mediação de terceiros).

Como ficará claro adiante, o método que aqui propomos: (1) permite a investigação da trajetória da aprendizagem do indivíduo e como ele usa o conteúdo aprendido, permitindo um “diagnóstico” da aprendizagem, avaliando o processo/trajeto e não apenas o produto; (2) possibilita a avaliação da maneira de o estudante trabalhar com o conhecimento aprendido.

Além disso, a construção da avaliação é um momento de planejamento; leva-se em conta não apenas o que e quanto um estudante aprendeu, mas, sobretudo, o que ele é capaz de fazer com o que aprendeu.

Tudo isto traz um *feedback* para o próprio docente, quanto à suas estratégias de ensino, oportunizando sugestões úteis (LIMANA; BRITO, 2008) resultando no *Big Data*. O quadro a seguir contrasta as realidades vivenciadas por docentes e discentes com relação à natureza da avaliação da aprendizagem:

Quadro 2: Contrastes entre as avaliações dinâmica e estática

<b>Avaliação Dinâmica</b>	<b>Avaliações Estáticas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Os avaliandos aprendem não apenas nas aulas (entre as avaliações), mas também durante as avaliações. Aprendizagem contínua (situações de teste – intervenção – reteste).</li> <li>❖ Se uma questão é respondida de maneira incorreta o <i>feedback</i> pode ocorrer para o avaliando, auxiliando-o o quanto antes para que ele tenha condições de acertar o tópico e dominar o conteúdo relativo a ele; (pre)ocupa-se com correção e superação das dificuldades.</li> <li>❖ É realizada tanto coletiva como individualmente.</li> <li>❖ Existe uma interação dinâmica, um relacionamento intenso entre o aprendiz e o educador (afeto e Matemática).</li> <li>❖ É prospectiva, evidencia os dados qualitativos e seu escopo é compreender a</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ O avaliando é isolado de seu contexto e a avaliação é uma pausa no aprendizado para a suposta colheita deste.</li> <li>▪ Se uma questão é respondida de maneira incorreta significa inflexivelmente que o avaliando não aprendeu. A recuperação/reprovação é a única solução planejada.</li> <li>▪ É realizada tanto coletiva como individualmente, mas talvez haja uma predileção pelo isolamento do avaliando para que se meça sua aprendizagem com precisão.</li> <li>▪ Não existe uma interação dinâmica, um relacionamento intenso entre o aprendiz e o educador (afeto e Matemática). Mas, caso existe, “prova é prova e não me pergunte nada!” – diz o avaliador.</li> </ul>

<p>relação entre o aprendizado e o desenvolvimento das funções psicológicas superiores. Analisa mudanças cognitivas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Investiga a trajetória da aprendizagem do indivíduo e como ele usa o conteúdo aprendido. Permite um “diagnóstico” da aprendizagem.</li> <li>❖ Avalia o processo/trajeto e não o produto. Avalia a maneira de trabalhar com o conhecimento aprendido.</li> <li>❖ Fundamenta-se na noção de que as habilidades cognitivas são modificáveis e que existe algum tipo de zona de desenvolvimento proximal, Vygotsky (apud LUNT, 1994), a qual representa a diferença entre a capacidade latente e a habilidade realmente desenvolvida; essa filosofia avaliativa procura medir esta zona ou algo análogo a ela.</li> <li>❖ A construção da avaliação é um momento de planejamento; leva-se em conta NÃO o <i>que</i> e <i>quanto</i> um estudante aprendeu, mas sim o que o estudante é <i>capaz de fazer com o conhecimento aprendido</i>.</li> <li>❖ Traz um <i>feedback</i> para o próprio avaliador, quanto a suas estratégias de ensino, oportunizando sugestões úteis.</li> <li>❖ É uma engenharia complexa (mas não necessariamente trabalhosa, principalmente na hora de se quantificar o aprendizado, como demonstraremos mais adiante), que faz jus à época hodierna e àqueles aos quais pretende avaliar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pressupõe a existência no indivíduo de características fixas e mensuráveis. O progresso é controlável. Está completamente alheia das descobertas científicas e não há preocupação com as complexidades dos processos psicológicos envolvidos no ensinar-aprender-avaliar.</li> <li>▪ É somativa e privilegia a reprodução das informações.</li> <li>▪ Concentra-se no que a criança já sabe (produto da aprendizagem), destacando os resultados. Avalia quanto o aluno aprendeu.</li> <li>▪ O objetivo é supostamente verificar e documentar o <i>que</i> e o <i>quanto</i> o estudante aprendeu.</li> <li>▪ Na construção da avaliação, leva-se em conta o que o estudante aprendeu e se ele é capaz de usar essa aprendizagem para resolver um problema.</li> <li>▪ As informações colhidas nas avaliações não subsidiam o ensino, contribuindo para a perpetuação da visão da Matemática que o docente possui, de seus métodos de ensino, garantindo longa vida à avaliação estática.</li> <li>▪ É muito simples de se elaborar, embora envolva muito trabalho na hora da correção das respostas aos itens. É anacrônica e desrespeita as singularidades de cada avaliando.</li> </ul>
--	--

Fonte: Elaboração própria, 2015

### **5.5 A teia está dentro do contexto da aprendizagem via conceitualização (Teoria dos Campos Conceituais)**

Para o proponente desta teoria, o matemático e psicólogo Gerard Vergnaud (1986, 1994), campo conceitual é “um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, conteúdos, e operações de pensamento, conectados uns aos outros e provavelmente interligados durante o processo de aquisição” (VERGNAUD, 1986, p. 40). Dominar determinado campo conceitual, então, é o mesmo que ser capaz de resolver problemas que contenham o conceito a ser avaliado, com níveis de interação com outros conceitos e de complexidade diferentes. O conceito equação, por exemplo, é estudado ao longo de todo o ensino fundamental, interagindo com outros conceitos como proporcionalidade, verbo, gráfico, etc. (conceitos matemáticos e não matemáticos) e seu nível de complexidade aumenta com o passar das séries até que o estudante chegue ao nível dos sistemas de equações lineares e polinômios, também conectados a conceitos antigos e novos para o discente.

Segundo a psicóloga Magina (2005, p. 3), “a aquisição do conhecimento se dá, em geral, por meio de situações e problemas com os quais o estudante tem alguma familiaridade, o que implica em dizer que a origem do conhecimento tem características locais”.

A pesquisadora ainda cita Vergnaud (1994) dizendo que o conhecimento adquirido pelo aprendiz pode ser explícito ou implícito. No primeiro caso, o estudante pode expressá-lo com “linguagem natural, esquemas e diagramas, sentenças formais, etc.” (p. 4), enquanto no segundo caso o educando pode fazer uso do conceito aprendido durante a resolução de um problema, mas sem conseguir explicar as razões de seu proceder. Ela enfatiza o fato de que em sua teoria, Gerard Vergnaud (1994) afirma que o docente deve identificar quais conceitos seus aprendizes usam explicitamente e quais são os que eles usam, embora corretamente, sem o desenvolvimento adequado a ponto de serem explícitos.

Faz-se ainda a proposição de que o professor procure “entender quais foram os meios utilizados pelo seu aluno para realizar a tarefa solicitada, já que o aluno pode utilizar diferentes caminhos para produzir uma resposta correta, mesmo que esta inclua exercícios que não aceitem mais do que uma resposta certa” (MAGINA, 2005, p.5).

## 5.6 Na teia há minimização da sobrecarga cognitiva e promoção de uma assistência contínua ao aprendiz

O psicólogo John Sweller (1982, 2003, 2006) define carga cognitiva como “um construto representando a carga que a realização de uma tarefa particular impõe no sistema cognitivo” (SWELLER, 1998, p. 266 apud SOUZA, 2010, p. 42). Souza (2010, p. 32, 33) na construção de sua dissertação entrou em contato com o próprio Sweller, comprovando isso apresentando *e-mails* trocados entre eles nos anexos de seu trabalho; ele cita um exemplo simples e objetivo que contribui na compreensão da teoria ora analisada:

Se  $Y = X + 8$ ,  $X = Z + 4$  e  $Z = 10$ , encontre o valor de  $Y$ . Um principiante, ao utilizar a estratégia da Análise Meios-Fins para encontrar a solução deste problema focalizará sua atenção primeiramente no objetivo (Estado Final); encontrar  $Y$ . Porém, como  $Y = X + 8$ , ele só poderá encontrar o valor de  $Y$  se souber o valor de  $X$ . Então, encontrar  $X$  passa a ser seu subobjetivo. Porém, como  $X = Z + 4$ , ele só poderá encontrar o valor de  $X$  se souber o valor de  $Z$ . Então, encontrar o valor de “ $Z$ ” se torna também um subobjetivo. Relendo a questão, ele verificará que o valor de  $Z$  é um dado fornecido ( $Z = 10$ ). Esse valor pode ser substituído na equação  $X = Z + 4$  obtendo-se assim o valor  $X = 14$  que por sua vez deverá ser substituído na equação  $Y = X + 8$  obtendo-se o valor  $Y = 22$ , que é o objetivo (Estado Final) do problema. Observa-se de um modo geral que a utilização da Análise Meios Fins por um principiante<sup>23</sup> para resolver um problema resulta em uma demanda considerável da capacidade da Memória de Trabalho, eis que ele tem de manter simultaneamente em mente o objetivo, os subobjetivos e as prováveis operações associadas a esses. Essa demanda sobre a memória de trabalho, quando excessiva, pode ser prejudicial para a aprendizagem (SWELLER; LEVINE, 1982).

Para evitar que questões de Matemática excedam os limites da capacidade da Memória de Trabalho, fazendo com que o raciocínio e a aprendizagem fiquem abaixo do desempenho esperado, essa teoria propõe 29 diretrizes (não se aborda tais diretrizes nesse trabalho). Em suas pesquisas anteriores à formulação de tais diretrizes, Sweller verificou experimentalmente

---

<sup>23</sup> A Teoria da Carga Cognitiva se fundamenta em esquemas objetivando diminuir a Carga Cognitiva (a expressão também se refere à carga sobre a Memória de Trabalho durante a aprendizagem, onde essa memória não tem somente a função de armazenamento, mas também de gerenciamento de informações). Isso implica que tais esquemas permitem muitos elementos serem manipulados como um único elemento na Memória de Trabalho e, como resultado, mais capacidade de Memória de Trabalho é liberada. Esquemas são estruturas mentais utilizadas para organizar o conhecimento (SWELLER, 2003). Os esquemas permitem que os *experts* resolvidores de problemas categorizem problemas, reconheçam estados/situações de certa categoria de problema e, conseqüentemente, resolvam-nos. Já os principiantes não possuem esquemas e por isso são incapazes de categorizar problemas. Eles não têm alternativa, a não ser se engajar em técnicas de buscas, tais como a “tentativa-e-erro”, ou a análise Meios-Fins (LARKIN; SIMON, 1980 apud SOUZA, 2010).

que resolver muitos problemas estudando apenas poucos exemplos resultava numa aprendizagem demorada devido à sobrecarga na Memória de Trabalho. A técnica chamada Efeito do Problema Resolvido resolvia as dificuldades originadas pela técnica Meios-Fins abordada anteriormente.

Obviamente todo professor sabe que os exemplos são necessários. “Contudo, a novidade é a comprovada eficiência dos exemplos, que, ao substituírem os exercícios a resolver, conseguem resultados de aprendizagem equivalentes em menor tempo e com menor esforço” (CLARK; NGUYEN; SWELLER, 2006, p. 190 apud SANTOS, 2010, p. 38); ou seja, um educador matemático que oferece a seus educandos uma lista de problemas que possui dentro de si vários deles resolvidos está usando a teoria da carga cognitiva a favor da aprendizagem e, cientificamente falando, terá uma probabilidade maior de sucesso em relação ao professor das listas tradicionais, onde ocorre geralmente seguinte: os itens resolvidos por ele são menos complexos do que as famosas *questões de vestibulares*.

Dando continuidade às pesquisas sobre a Teoria da Carga Cognitiva de Sweller, o psicólogo Richard Mayer elaborou ainda seis princípios que demonstraram minimizar as sobrecargas cognitivas, aumentando as chances de um processo cognitivo de aprendizagem bem sucedido. De acordo com Mayer (2001a), recomenda-se que o professor leve em consideração o fato de que ao se usar a Tecnologia Digital da Informação e Comunicação (TDIC), faz-se uso de recursos que atingem mais de um canal de percepção simultaneamente, por exemplo, a visão e a audição, acarretando uma sobrecarga cognitiva a qual pode causar confusão e até mesmo desestímulo do aprendiz.

Os princípios de Mayer (2001b) asseguram que na construção de conteúdos e materiais de ensino, é necessário ponderar os três principais tipos de carga cognitiva:

1) Carga cognitiva intrínseca, a qual é imposta pela complexidade do conteúdo/material usado no ensino.

2) Carga cognitiva natural (ou relevante), a qual é gerada por quaisquer atividades de ensino-aprendizagem.

3) Carga cognitiva externa ao conteúdo (ou irrelevante), a qual não contribui para a construção e automação de esquemas, ou seja, é a carga a ser evitada pelo educador, pois desperdiça a memória de trabalho que já sofre exigências das cargas anteriores.

Assim sendo, é necessário controlar a carga intrínseca associada à TDIC dispondo o material de modo a otimizar a quantidade de objetos interativos. Interatividade não precisa

significar sobrecarga cognitiva, o saldo negativo entre as cargas; antes pode ser a ferramenta desta época a ser usada em prol do fazer-ensinar-avaliar Matemática. Mas, novamente, depende-se da postura pedagógico-tecnológica do docente para se alcançar as vantagens do uso do computador como ferramenta cognitiva, de acordo com Saljö (1999). Para esse pesquisador essas vantagens podem ser vistas no fato de que o computador permite realizar mais trabalho com uma dose menor de esforço, uma vez que parte da carga cognitiva é “carregada” pelas TIC e não pelo usuário.

### **5.7 Planejando a assistência contínua no contexto da Psicologia da Educação Virtual**

Coll, Monerero e colaboradores (2010, p. 121) chamam de assessoria, consultoria, auxílio e assistência ao que a filosofia da *teia* (até aqui explorada) denomina *assistência contínua*. “Normalmente a assessoria ocorre por solicitação do aluno ou é relacionada com aspectos previamente estabelecidos, principalmente quando se trata de evitar que ocorram situações que impeçam que a atividade do aluno seja realizada de maneira adequada”.

Outros autores como Pimentel *et al.* (2003) também representam bem a preocupação hodierna com uma educação que corresponda ao acumulado do conhecimento tecnológico pela humanidade e que se utilize desse legado para educar o sujeito em meio a coletividade (SILVA; COLODETE, 2015). Contudo, estes últimos pesquisadores (tanto os de 2003 quanto os de 2015), diferentemente dos mencionados no parágrafo anterior (os de 2010), não se preocuparam com as diferenças psicológicas, as singularidades cognitivas dos aprendizes. E D’Ambrosio (2013) afirma explicitamente que a educação do sujeito – seu desenvolvimento cognitivo e sua cidadania – podem ser sabotados pelo próprio estilo usado para a verificação da aprendizagem, quando este ignora as diferenças entre os educandos. Propõe-se a *teia* como uma contrapartida a essa realidade ao se demonstrar que ela possui, dentre outros recursos, uma assistência (assessoria ou consultoria) *contínua* ao aprendiz, apoiando-se nas ideias de Lev Vygotsky contextualizadas pela Filosofia da Teia (SILVA; GUERRA, 2016) e as TIC.

Na perspectiva de Vygotsky (1980), exercer o ofício de professor de Matemática exige competência em assistir o educando proporcionando-lhe assistência, de modo que ele consiga alcançar e aplicar um nível de conhecimento mais elevado do que lhe seria possível sem ajuda.

Nogueira (2001) oportuniza um estudo resumido sobre obras de Vygotsky e obras de autores que também o estudaram. Ali o pesquisador chega a conclusão de que não é a aula

que capacita o estudante a atuar no limite de seu potencial, mas sim a assistência que lhe é oferecida dentro do contexto da interação social de Vygotsky. A Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) nasceu enquanto seu autor estudava duas avaliações: a avaliação das habilidades cognitivas das crianças e a avaliação da aprendizagem. Na primeira, Vygotsky buscava verificar o nível de desempenho individual da criança (ou seu nível atual de desenvolvimento) e o nível que seriam capazes de alcançar – nível potencial de desenvolvimento. Na segunda situação ele argumentava que a aula “só é boa quando faz prosseguir o desenvolvimento, quando desperta e põe em marcha funções que estão em processo de maturação ou na ZDP” (NOGUEIRA, 2001, p. 6). Por outro lado, ele destacava que a aprendizagem envolve a indução numa determinada cultura através da ação de membros mais experientes dessa cultura, de modo que Vygotsky descrevia o desenvolvimento atual caracterizando retrospectivamente o desenvolvimento do sujeito, enquanto a ZDP caracteriza o desenvolvimento mental prospectivamente.

Desse modo a ZDP “permite delinear o futuro imediato da criança e o seu estado dinâmico de desenvolvimento” (NOGUEIRA, 2001, p. 6). Ela representa a diferença entre o que o aprendiz pode fazer individualmente e aquilo que é capaz de fazer com a ajuda de pessoas mais experimentadas, como outros colegas mais avançados no tema, ou o professor, ou (e aqui elenca-se o melhor dos recursos pedagógicos da *teia*;) a assistência remota do professor através do planejamento (previsto na Filosofia da Teia) e das TIC (a assistência é chamada também de *professor onipresente*). Nogueira (2001) ainda cita Vygotsky (1978) explicando que se um estudante possui dificuldade com um problema de aritmética e o docente o resolve diante dele, esse estudante poderá compreender essa solução rapidamente, tão somente a linguagem usada pelo educador seja adequada às necessidades do educando. Caso contrário, o professor poderá repetir inúmeras vezes a aula e o estudante continuará com sua dificuldade. A Filosofia da Teia apoiada nas TIC ajusta a assistência para que esta encontre a linguagem do estudante, concordando com a psicologia da educação virtual (como pode-se verificar na próxima seção):

“Essa mediação, que o professor realiza apoiando-se nas TIC, é entendida como a *capacidade do professor para proporcionar auxílio*, e entre suas características fundamentais está o grau de ajuste desse auxílio à atividade construtiva do aluno, que se destaca nas trocas mútuas entre professor e aluno” (COLL; MONEREO, 2010, p. 125; grifos dos autores).

Estes últimos pesquisadores explicam que tais ajustes são possíveis pelas possibilidades de individualização do processo ensino-aprendizagem, e *feedback* rápido às necessidades dos educandos, oferecidas pelo bom uso das TIC. Isso permite ao educador “acompanhar o processo de aprendizagem do aluno, mantendo diferentes graus de envolvimento no processo, cedendo o controle ao aluno quando este é capaz de assumi-lo, e recuperando o papel de guia quando o aluno necessita” (COLL; MONEREO, 2010, p. 123). E isso, ainda de acordo com eles, gera o desenvolvimento de uma gama de funções psicológicas típicas da construção do conhecimento que contextualizam a aprendizagem, mas que vão além da cognição (metacognição), motivando o estudante e o incentivando a autorregulação (tomar o controle de sua aprendizagem). Dito de outro modo: a assistência da *teia* estimula no aprendiz essa autonomia, contrapondo a *pseudoautonomia* apontada por Silva (2016b) como alastrada nos ensinamentos mediados por computador, e sem a preocupação psicológica quanto às diferenças (meta)cognitivas de cada aprendiz. De fato, a *teia* é uma estratégia matemática tanto quanto didática.

Os pesquisadores Azzato e Rodríguez Illera (2006, p. 31) comentando a respeito de como os estudantes incorporam/aprendem os conteúdos multimídia, apresentam sete princípios, onde o sétimo – denominado *princípio das diferenças individuais* – afirma que os efeitos causados por esses conteúdos “são maiores para os estudantes de baixo rendimento do que para aqueles que têm um alto rendimento”, o que pode ser entendido como mais um motivo para que a *teia* seja usada pelo professor de Matemática: alguns de seus elementos psicopedagógico-tecnológicos podem atrair aqueles que já são percebidos como menos atraídos à disciplina/ao docente/aos estudos em geral.

Para um estudo prático a respeito da assistência da *teia*, além da pesquisa-ação contida nesta pesquisa, sugerimos o experimento com 46 estudantes do ensino médio realizado por Silva (2017).

## 6 Problemas (itens) e a Dialética ferramenta-objeto

O banco de itens da *teia*, independentemente do tema matemático que está sendo avaliado através de suas questões, é elaborado criteriosamente. Vergnaud (1993) e a teoria do ensino de matemática por resolução de problemas instruem a sua elaboração colocando o problema como o ponto de partida da atividade matemática no lugar das definições áridas. Eles explicam que situações-problema são ambientes férteis para o processo ensino-aprendizagem de conceitos, ideias e métodos matemáticos, os quais incentivam os estudantes a produzir sua estratégia de resolução. Na teoria do ensino da matemática através da resolução de problemas Onuchic e Allevato (2011) fazem a distinção entre *problema* e *exercício*. Para estas autoras um problema é o que queremos fazer e ainda não sabemos como fazê-lo, enquanto um exercício é uma atividade que precisamos fazer e já sabemos de antemão os procedimentos necessários para fazê-lo.

Os PCN também diferenciam uma questão-problema de um exercício de fixação:

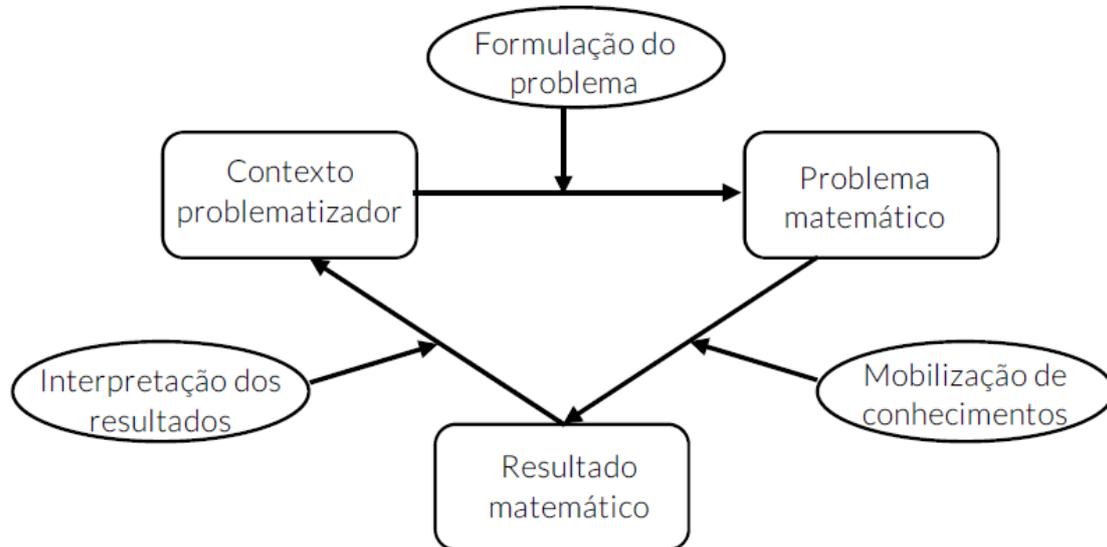
Um problema certamente não é um exercício em que o aluno aplica, de forma quase mecânica, uma fórmula ou um processo operatório. Só há problema se o aluno for levado a interpretar o enunciado da questão que lhe é posta e a estruturar a situação que lhe é apresentada (BRASIL, 1998, p. 41).

Semelhantemente, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) em sua segunda versão<sup>24</sup>, se posiciona com relação ao papel dos problemas de Matemática destacando a importância do enunciado do mesmo para sua resolução por parte do estudante, bem como os conflitos cognitivo-sociais desenvolvedores que podem surgir enquanto ele está a resolvê-lo, como sintetiza o esquema apresentado na Figura 1 e a citação seguinte:

---

<sup>24</sup> Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/documentos/versao-2/areas-componentes/7%20-%20A%20C3%81REA%20DE%20MATEM%20C3%81TICA.pdf>>. Acesso em: jan. 2017.

Figura 1: A importância do contexto gerador do problema



Fonte: Base Nacional Comum Curricular

Esse é um momento, portanto, em que o estudante adota uma postura ativa em relação ao próprio processo de construção do conhecimento matemático, direito essencial de suas aprendizagens. Ele desenvolve autonomia para realizar uma leitura crítica do mundo natural e social, que o instrumentaliza para a tomada de posições frente aos problemas sociais e ambientais que impactam sua vida e a de sua coletividade. É importante também que a atividade matemática do estudante na escola não seja vista como uma atividade solitária. O surgimento de conflitos sócio cognitivos [sic] nos momentos de resolução e elaboração de problemas desenvolve não somente a argumentação, a validação de processos e a capacidade de comunicação [...] (BRASIL, 2016, p. 133).

Regine Douady em sua tese doutoral sobre a Dialética ferramenta-objeto entende que o conhecimento deve acontecer por meio de propostas de ensino adequadas onde a participação contínua do estudante é imprescindível. Sua teoria é um processo recorrente que visa a pôr professor e discentes em posições estratégicas num contrato didático onde a parte do aprendiz é o querer aprender e o atuar nesta direção, enquanto ao educador compete promover situações de modo que os conceitos matemáticos trabalhados assumam, alternadamente, as funções seguintes: ferramenta de resolução de problemas (conhecimentos

já aprendidos pelo aprendiz) e objeto de estudo (conhecimento a ser aprendido). Uma vez aprendido pelo estudante, o objeto assume o *status* de ferramenta (DOUADY, 1986).

Essa teoria, portanto, define aprendizagem como a movimentação de um conceito matemático ou objeto ao posto de ferramenta para a aquisição de um novo objeto. Ao elaborar problemas com base na Dialética ferramenta-objeto, de acordo com Douady (1986), o educador matemático precisa observar seis instruções quanto ao conhecimento do aprendiz:

1) Conhecimento antigo: para a resolução do problema, o aprendiz mobilizará algo de seus conhecimentos anteriores, os quais funcionam como ferramentas.

2) Conhecimento via pesquisas (ou novo conhecimento implícito): diante das dificuldades na resolução do problema, o aprendiz pesquisa a procura do novo conhecimento o qual ainda não dispõe.

3) Explicitação do conhecimento (ou Institucionalização local): os estudantes apresentam os conhecimentos que conseguiram (uma parte apenas?) num contexto de descoberta e discussão entre os antigos e os novos conhecimentos. O educador deve estar atento para intervir quando das contradições emergentes na mente dos educandos, evitando a diminuição da atuação deles.

4) Institucionalização do novo conhecimento: o educador toma as ferramentas dos educandos e as examina formalmente (as expõe de acordo com definições, convenções, teoremas, demonstrações, etc.), fazendo com que tais ferramentas sejam descontextualizadas do problema sendo colocadas como disponíveis também para a resolução de outros problemas, ou seja, assumam o posto de objetos, mas objetos recém adquiridos, de modo que o mesmo conceito matemático é apreendido pelo educando com novos significados e utilidades.

5) Familiarização do novo conhecimento (ou reutilização num novo problema): os objetos recém adquiridos, na fase anterior, são operacionalizados como ferramentas, para que o aprendiz possa utilizá-los em novas questões.

6) Complexificação do conhecimento: o educador leva o educando a problemas para ampliação e aquisição de outros novos conhecimentos, como as questões do dia a dia, as quais são mais abrangentes e mais complexas, se iniciando um novo processo recorrente da Dialética de Douady (1986).

Também em sua teoria Douady (1992, p. 135) define: “Um quadro é constituído de objetos de um campo da Matemática, de relações entre esses objetos, de suas formulações

eventualmente diferentes e das imagens mentais associadas a esses objetos e a essas relações”. Cita-se como exemplos o quadro da estatística, o quadro geométrico, o quadro algébrico, etc. Também é possível subdividir o quadro da estatística, por exemplo, em quadro das medidas de tendência central, quadro das medidas de dispersão, etc. O quadro geométrico é composto pelo quadro da geometria euclidiana, quadro da geometria esférica, etc.

Para Douady (1992), uma mudança de quadro é uma transição de um quadro para outro com o intuito de formular um mesmo problema de dois ou mais modos distintos. Tal mudança objetiva driblar dificuldades durante a resolução da questão alcançando-se o funcionamento de ferramentas que não constavam numa formulação anterior. Uma mudança de quadro é espontânea quando ocorre pela iniciativa do aprendiz ou provocada quando ocorre pela intervenção alheia.

Aqui se busca aliar a ideia de Douady (1992) com a de Raymond Duval (2003), onde uma mudança nos registros de representação semiótica *pode ser* sinônima de uma mudança de quadros. Isto é, se o estudante demonstra ter dificuldades na compreensão de um problema que envolve frações, a assistência do *professor onipresente* pode ser a repetição do enunciado mas usando-se, desta feita, a escrita decimal ou o quadro dos números racionais em sua semiótica decimal. E vice-versa. Outro exemplo está em representar uma função graficamente (quadro e semiótica geométricos) e algebricamente (quadro e semiótica algébricos). O resultado é o que a filosofia da *teia* persegue: entender o que o estudante faz com o que já aprendeu e o que ele ainda não aprendeu.

### **6.1 Problemas e os níveis de funcionamento do conhecimento**

Outra pesquisadora francesa, Aline Robert (1998), criou um conjunto de classificações de noções matemáticas visando oferecer ao professor fundamentação em suas análises a respeito da complexidade de conteúdos, quer sejam para fins diagnósticos, de avaliação ou para elaboração de sequências e cenários. Robert (1998) estuda a mobilização de conhecimentos matemáticos através da classificação em três níveis de funcionamento do conhecimento que se pode esperar dos educandos: *técnico, mobilizável e de funcionamento dos conhecimentos disponíveis*, cujas principais características serão destacadas nos parágrafos seguintes.

No *nível técnico*, o problema exige do estudante apenas mobilizações isoladas de seu conhecimento, o que deve estar bem explícito em seu enunciado, ou seja, “aplicações

imediatas de teoremas, propriedades, definições, fórmulas etc.. Trata-se então de contextualização simples, local, sem etapas, sem trabalho preliminar de reconhecimento, sem adaptações” (ROBERT, 1998, p. 27).

Já no *nível mobilizável*, os problemas exigem um pouco mais: embora o enunciado ainda seja bastante claro, o estudante precisa estar preparado para realizar adaptações em seus conhecimentos, mudanças de quadro (DOUADY, 1992), mas com indicações previstas no bojo da questão. Aqui também pode existir a necessidade de (a) aplicar várias vezes a mesma ferramenta ou utilizar várias ferramentas diferentes, em etapas sucessivas; (b) articular duas informações de naturezas distintas. Nas palavras de Robert (1998, p. 28), “não há somente aplicação simples, as características ferramenta e objeto podem ser relacionados. Mas o que está em jogo é explícito. Ou seja, um saber é dito mobilizável [...] quando está bem identificado [...] mesmo se houve lugar para se adaptar ao contexto particular”.

Por fim, *o nível de funcionamento dos conhecimentos disponíveis* ou *nível disponível*. Os problemas que se enquadram nesta categoria não dão pistas ao estudante quanto às ferramentas a serem usadas em sua resolução. Robert (1998, p. 28) salienta que o discente deve “procurar em seus próprios conhecimentos o que pode intervir na solução. Por exemplo, poder fornecer contraexemplos (encontrar ou inventar), mudar de quadros sem sugestão (relacionar), aplicar métodos não previstos, são comportamentos que se esperam neste nível”.

Segundo a teoria de Robert (1998), não faz sentido tentar descobrir o que o estudante não aprendeu, apenas. Deve-se no lugar disso investigar a causa da sua dificuldade de mobilização do conhecimento. Por que não o tem disponível para resolver determinado problema? Por que os conceitos envolvidos (VERGNAUD, 1993) não lhe são reconhecidos? Por que ele não conseguiu representá-los com um registro diferente (DUVAL, 2003)?

A seguir, colocam-se os critérios usados na elaboração do banco de questões de uma *teia* e em seguida a configuração não linear desses problemas, o que oportuniza ao educador-investigador responder as indagações do parágrafo anterior.

## **6.2 A filosofia da teia e a articulação das teorias de Regine Douady (1986) e Aline Robert (1998)**

A Filosofia da Teia é o terreno sobre o qual a Avaliação em Matemática em forma de Teia nasce, floresce<sup>25</sup> e frutifica. Dentro de sua amplitude está a Teoria dos Campos Conceituais de Gerard Vergnaud a qual defende que a essência do desenvolvimento cognitivo é a conceitualização da realidade (VERGNAUD, 1996).

Entre suas definições de campo conceitual está a que o compara a um conjunto com três subconjuntos onde um deles se assemelha a um banco de problemas cuja resolução requer conceitos, trajetões e representações de tipos distintos, embora relacionados (VERGNAUD, 1993). Tanto Douady (1986) quanto Robert (1998) se cruzam com Vergnaud (1983) quando este afirma que: (1) um problema não abrange um único conceito; (2) um conceito não é apreendido dentro de um só tipo de problema; (3) a aprendizagem de todas as propriedades de um conceito e/ou a apropriação de todos os conceitos de um problema é um processo que demanda um contrato didático entre educador e educando que demora anos, por meio de comparações e incompreensões entre problemas, métodos e concepções.

Fundamentada em sua filosofia, uma *teia* possui seu banco de questões norteado pelas seguintes diretrizes advindas da articulação das teorias de Doaudy (1986), Vergnaud (1993) e Robert (1998):

### 6.3 Problemas (itens) com níveis de complexidade crescente

Para a organização de uma avaliação em *teia* é necessário que se distinga bem o nível do item ou situação-problema cuja resolução será proposto ao estudante. Como já visto na seção anterior, um problema ou uma situação-problema pode ser enquadrado em uma das três possibilidades seguintes:

**Nível 1) Técnico** – enunciados onde os conhecimentos são todos familiares ao aprendiz ou que só possui o conceito em avaliação (campo conceitual mínimo<sup>26</sup>); problemas com somente um conhecimento antigo, ou seja, com somente dois conceitos: o atual (em avaliação) e um anterior.

**Nível 2) Mobilizável** – enunciados onde os conhecimentos empregados na resolução de um exercício podem ser identificados em seu enunciado e são suficientes para resolvê-lo, mesmo que algumas adaptações ao contexto particular do enunciado sejam necessárias; ou seja, o

---

<sup>25</sup> Referência metafórica à beleza epistemológica, ao propósito de corresponder às tecnologias digitais da época no exercício da Educação e à estrutura ramificada da avaliação proposta pela dissertação.

<sup>26</sup> Isto não significa que o problema possua um único conceito, pois em sua construção todo problema possui diversos conceitos matemáticos e não matemáticos (MAGINA, 2005).

item envolve o campo conceitual no qual está o conceito atual, onde cada conceito envolvido está explícito no enunciado.

**Nível 3) Disponível** – enunciados nos quais o discente deve procurar sozinho em seus conhecimentos o que é pertinente para a resolução do exercício, ou seja, problemas onde o campo conceitual do conceito em avaliação não está explícito no enunciado da questão.

#### 6.4 Natureza do conceito focalizado e tipo de quadro

Um segundo passo necessário para a elaboração de uma avaliação em *teia* é que o docente tenha clareza com relação à natureza de ferramenta ou de objeto do conceito focalizado. Segundo Douady (1986):

**Ferramenta** é o conceito usado como instrumento para a resolução do problema (esteja ele explícito no enunciado ou não); isto é, o conceito atual ou em avaliação.

**Objeto** é o conceito que aparece na questão explicitamente, sendo exigidas do resolvidor do problema definições, propriedades e/ou teoremas desse conceito. Também pode ser considerado como uma ferramenta futura, assim que o discente apreendê-lo.

**Quadro** é um agrupamento de objetos, isto é, um campo conceitual teórico (ex.: quadros geométrico, algébrico, numérico, etc.). Também pode ser considerado um problema com vários conhecimentos a serem apreendidos.

**Jogo de Quadros** são campos conceituais teóricos sinônimos ou interpretações distintas do enunciado de um problema ou de um campo conceitual. No método de avaliação em *teia*, usa-se o jogo e a mudança de quadros nas assistências (VYGOTSKY, 1980; SWELER, 1988, 2003) da *teia*, ou ainda, registros semióticos distintos (DUVAL, 2003) para tentar determinar se o aprendiz domina ao menos um deles.

#### 6.5 Tipos de problemas e seus níveis de complexidade

Confrontando as teorias de Douady (1986) e de Robert (1998), propomos a seguinte tipologização para os problemas:

- (i) **problemas técnicos**, exigem/oferecem uma ou mais ferramentas, conhecimentos antigos e problemas que exigem/oferecem um objeto, conhecimento em avaliação.
- (ii) **problemas mobilizáveis**, exigem/oferecem ferramentas e objetos, e problemas que exigem/oferecem um jogo de quadros.
- (iii) **problemas disponíveis**, exigem jogos e/ou mudança de quadros.

Na tabela mais adiante, dentro do planejamento de uma *teia*, apresentam-se os três tópicos recém-vistos sendo usados como critérios na escolha de um problema para compor o banco de questões.

Nas duas próximas e últimas seções deste capítulo, apresentamos na prática como o professor de Matemática pode planejar sua avaliação em forma de *teia* de acordo com o exposto neste capítulo, isto é, como escolher os itens da prova e dispô-los adequadamente.

### **6.6 Exemplo prático: planejamento da teia sobre Medidas de Tendência Central e Dispersão**

O ensino de tópicos da Estatística é estimulado nos parâmetros da Educação Básica brasileira (MÉDIO, 2002) por sua versatilidade e frequência nos meios de comunicação e, além disso, em todas as edições do Exame Nacional do Ensino Médio esse tema esteve presente. Nesta seção aborda-se esse campo conceitual sob a ótica do método da avaliação em *teia* aplicada *online* por Silva a seus aprendizes do ensino médio.

A estrutura não linear do questionário possui um banco com vinte itens. No entanto, estipula-se que o avaliando responda no máximo dez deles e no mínimo sete, a depender de seu interesse em continuar sua trajetória na *teia* – parte do contrato didático (DOUADY, 1986). O planejamento da quantidade dessas questões, seus níveis e tipos podem ser analisados na tabela seguinte. Classifica-se em ideais e não ideais os problemas de acordo com o conhecimento geral que o educador tem da sala de aula, bem como de seus objetivos (avaliação mensal, do bimestre, da recuperação, preparação para o ENEM, etc.)

Os problemas ideais revelam o nível de desenvolvimento dentro do(s) campo(s) conceitual(ais) avaliado(s) que o professor preparou/oportunizou seus discentes para alcançar. O estudante que apresenta a solução certa recebe como próximo problema outro com nível conceitual superior, como consta no desenho da *teia* do Apêndice A.

Um estudante que não consegue resolver a primeira questão ideal (Tabela 1 e primeiro problema da página 73), por exemplo, encontra-se numa das seguintes categorias: a) o problema lhe exige um conceito (ferramenta) que para ele ainda é objeto, pois ainda não o possui; ora isto pode ser conciliado por meio da assistência contínua (se ela for solicitada), a qual lhe oportunizará a ferramenta exigida no problema; b) o estudante, mesmo com a assistência, ainda não compreende a questão; para evitar qualquer sobrecarga cognitiva ou

desânimo/desinteresse, a postura psicopedagógico-tecnológica da *teia* lhe permite pular o item e enfrentar um mais simples, na tentativa de adequar a avaliação ao conhecimento do educando; dito de outro modo: coloca-se diante do aprendiz uma quantidade menor de conceitos necessários à resolução da questão, descobrindo com precisão o que ele já sabia ou pode aprender com uma assistência imediata.

Tabela 1: Exemplo de Planejamento inicial do banco de problemas

<b>Questões ideais em ordem crescente de complexidade em seu campo conceitual</b>	<b>Nível e Tipo</b>	<b>Questões NÃO ideais em ordem crescente de complexidade em seu campo conceitual</b>	<b>Nível e Tipo</b>
1	Técnico e Objeto	1	Técnico e Ferramenta
2	Mobilizável e Quadro	2	Técnico e Quadro
3	Mobilizável e Quadro	3	Técnico e Quadro
4	Mobilizável e Quadro	4	Técnico e Quadro
5	Disponível e Objeto	5	Mobilizável e Objeto
6	Disponível e Quadro	6	Mobilizável e Quadro
7	Mobilizável e Quadro	7	Técnico e Quadro
8	Mobilizável e Quadro	8	Mobilizável e Objeto
9	Mobilizável e Quadro	9	Mobilizável e Quadro
10	Disponível e Quadro	10	Mobilizável e Quadro

Fonte: Elaboração própria, 2015

De fato, o que para um é conhecimento técnico, por exemplo, pode não ser para outro, de modo que, para o estudante que não identifica a solução e erra ao responder um item, pois o conceito avaliado não lhe era uma ferramenta mas um objeto (DOUADY, 1986), lhe é

oferecido um próximo problema menos exigente na tentativa de personalizar (VYGOTSKY, 1980) o processo ensino-aprendizagem-avaliação, motivando-o durante o mesmo (BRITO, 2011), enquanto ele vai revelando em seu trajeto o que sabe resolver sozinho, o que sabe resolver ao receber assistência e o que não sabe ainda (VYGOTSKY, 1980).

Ao educando que não identifica a solução e pede assistência, é oferecida uma mudança de quadro (DOUADY, 1986) ou de semiótica (DUVAL, 2003) que lhe permita revisar o conceito estudado e encarar o(s) objeto(s) sob novos pontos de vistas, com mais detalhes, semelhantemente à técnica chamada Efeito do Problema Resolvido da teoria das Cargas Cognitivas de Sweller (1988).

A filosofia da *teia* ainda prevê as seguintes situações: o estudante escolhe pular o problema (e isto fica registrado na planilha que contém sua trajetória e é enviada ao docente), recebendo automaticamente outro de nível inferior; ou o aprendiz escolhe concluir sua avaliação naquela questão mesmo sem resolvê-la.

Portanto, o banco de itens dentro do contexto psicopedagógico-tecnológico da não linearidade da *teia* respeita as diferenças cognitivas de cada avaliando.

Todos os itens, independente de sua localização na *teia*, possuem uma imagem (tabela, gráfico, figura, etc.) como “elemento motivacional” de acordo com Marja van den Heuvel-Panhuizen (1996 apud BURIASCO et al., 2009, p. 86) que aumenta o acesso do estudante ao objetivo da questão e proporciona um ambiente familiar aos jovens seres humanos rodeados e usuários de tecnologia. No entanto, nem o enunciado nem as imagens das questões são colocados aleatoriamente, pois poderiam gerar sobrecargas cognitivas, distraindo o educando em lugar de incentivá-lo, como instrui outra componente da filosofia da *teia*, já analisada, a teoria das Cargas Cognitivas (MAYER, 2001b).

A seguir, apresentam-se três dos problemas que cumprem o planejamento da Tabela 1, destacando-se os elementos característicos da articulação teórica da *teia*.

### **6.7 Exemplo prático: três itens de uma teia e a presença de sua filosofia**

Concluimos o capítulo com a explicação do planejamento do banco de questões da *teia* sobre Estatística (disponível em <http://blogdoprofh.com/2015/08/21/avaliacao-em-forma-de-teia-sobre-2>).

Precisamos selecionar vinte itens e organizá-los de acordo com a Tabela 1, da seção anterior, sendo dez itens ideais e dez secundários, ou seja, como já foram explorados teoricamente, os dez itens ideais são os dez problemas que, na visão do docente, se seu estudante conseguir resolver, ele estará manifestando aprendizagem ideal, alcançando o marco estipulado por seu professor para ele e a turma na qual está inserido. Os dez itens não ideais ou secundários, são os problemas que o educador coloca como conhecimento mínimo exigido de seu educando, dentro do contexto ensino-aprendizagem-avaliação que a *teia* em questão pertence (mês, bimestre, recuperação, suplemento, etc.).

Por exemplo: *Avaliação em forma de Teia com assistência contínua. Tema: Medidas de tendência central e dispersão.*

(Itens ideais)

1) Numa de suas aulas de Estatística, o prof. H entrevistou os educandos de uma fila: dois tinham 17 anos, dois tinham 16 anos, um tinha 15 anos e outro 18 anos de idade. Qual a idade média, a idade modal e a idade mediana dos estudantes dessa fila?

### Filosofia da Teia

**Objeto:** os valores das três medidas de tendência central mencionadas no enunciado (média aritmética, moda e mediana).

**Ferramentas:** definições das medidas estatísticas e operações aritméticas.

2) O dono de uma microempresa pretende saber, em média, quantos produtos são produzidos por cada funcionário em um dia. O chefe tem conhecimento que

Funcionários	Quantidade de peças produzidas por dia				
	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
Rute	10	9	11	12	8
Jonas	15	12	16	10	11
Marta	11	10	8	11	12
Simão	8	12	15	9	11

nem todos conseguem fazer a mesma quantidade de peças, mas pede que seus funcionários façam um registro de sua produção em uma semana de trabalho. Ao fim desse período, chegou-se à tabela acima. Para saber a produção média de seus funcionários, o chefe faz o cálculo da média aritmética de produção. Mas se observarmos bem a tabela, veremos que há valores distantes da média. O estudo da Estatística apresenta medidas de dispersão que permitem a análise da dispersão dos dados. A variância, como vimos em sala, é uma medida

de dispersão que mostra quão distantes os valores estão da média. Sobre as duas funcionárias é correto afirmar que:

- ( ) A produção média de Rute é maior do que a da outra funcionária.
- ( ) A variância de Marta é inferior a da outra funcionária.
- ( ) As variâncias são maiores do que as produções médias.
- ( ) A produção média de Marta é maior do que a da outra funcionária e o mesmo acontece com as variâncias.
- ( ) *“Professor, por gentileza, preciso de assistência!”*

### Filosofia da Teia

**Jogo de quadros:** os valores de médias aritméticas e variâncias a partir da tabela.

**Ferramentas:** Tabela, definição de variância, afirmativas nas opções de resposta a serem comparadas.

**Mobilização necessária:** transformar os dados da tabela em valores médios e, em seguida, em valores de variâncias. Comparar os resultados dos cálculos com as afirmações das opções.

10) (ENEM – 2010) O quadro seguinte mostra o desempenho de um time de futebol no último campeonato. A coluna da esquerda mostra o número de gols marcados e a coluna da direita informa em quantos jogos o time marcou aquele

Gols marcados	Quantidade de partidas
0	5
1	3
2	4
3	3
4	2
5	2
7	1

número de gols. Se X, Y e Z são, respectivamente, a média, a mediana e a moda desta distribuição, então

- ( )  $Z < Y < X$ .
- ( )  $Z < X = Y$ .
- ( )  $Y < Z < X$ .
- ( )  $Z < X < Y$ .
- ( )  $X = Y < Z$ .
- ( ) *“Professor, por gentileza, preciso de assistência!”*

### Filosofia da Teia

**Conhecimentos exigidos como disponíveis:**

**Jogo de quadros:** a tabela precisa ser interpretada pelo estudante para o cálculo das três medidas de tendência central; os símbolos de igualdade e desigualdade que relacionam as três incógnitas.

**Mudança de quadro necessária:** retirar os dados da tabela e transformá-los numa sequência ordenada de quantidades de gols marcados de acordo com as quantidades de partidas, para somente então, operacionalizar os dados do enunciado.

## 7 A pesquisa-ação

De acordo com Tripp (2005, p. 454) são quatro as diferentes maneiras pelas quais se pode participar de um projeto de pesquisa-ação: obrigação, cooptação, colaboração e cooperação. Para esse autor, o último modo é quando um pesquisador consegue que alguém concorde em participar de seu projeto, “a pessoa que coopera trabalha como parceiro sob muitos aspectos (uma vez que é regularmente consultado), mas num projeto que sempre “pertence” ao pesquisador (o “dono” do projeto). A maioria das pesquisas para dissertação é desse tipo”.

### 7.1 Introdução: intenções do pesquisador e benefícios previstos

A intenção do autor da ideia, desde o início do surgimento da *teia*, gira em torno da possibilidade de avaliar ensinando, ensinar avaliando, dentro da coletividade, mas de modo personalizado, ao lado de cada estudante simultaneamente, oferecendo a metodologia específica e adequada a cada mente singular – como já exposto anteriormente –; a *teia* vem sendo aprimorada, não foi uma ideia nascida como hoje ela se encontra (mas, por certo, ela não é o que ainda será).

A possibilidade da existência de Alguém que consegue realizar isso, Deus (DAVIES, 1984; ROTH, 2013; MEYER, 2013; LIU et al., 2016), sempre me fascina e é uma inspiração para mim – dar assistência a todos os que precisam, independente da localidade e das peculiaridades cognitivas, ao mesmo tempo e com a mesma qualidade, oportunizando aprendizagens quando as competências do docente se encontram com as competências do aprendiz, num contrato didático igual para todos no sentido do compromisso de cada parte (DOUADY, 1986), mas que se desdobra singularmente no relacionamento entre o professor e cada estudante, sem injustiças, sem desinteresses, contínua e pacientemente.

A utopia dessa cosmovisão pode ser diminuída e adaptada a nossa pequenez enquanto seres humanos, pecadores e circunscritos temporal e espacialmente, quando as referidas intenções se revelam através da abordagem psicopedagógico-tecnológica oferecida pela filosofia da *teia*. O *estado da arte* em avaliação da aprendizagem humana talvez não seja utópico. Essa é nossa premissa não listada, mas também presente em nossa pesquisa.

### 7.2 Reconhecimento (investigação de trabalho de campo e revisão da literatura)

### 7.2.1 Da situação

As avaliações de aprendizagem, de Matemática inclusive, pelo menos as que pesquisamos (VALADARES; GRAÇA, 1998; PIMENTEL et al., 2003; ESTEBAN, 2008; BRITO, 2008; LIMANA; VALENTE, 2008; LEITE, 2001; LUCKESI, 2006; DESPRESBITERIS, 1989; CRUZ; CAVALCANTE, 2008; SOARES et al., 2009; BURIASCO et al., 2009; NUNES; VILARINHO, 2010; GOMES, 2013; RABELO, 2013; VIANNA, 2000, 2014; MARINHO; LEITE, 2013, 2014; SILVA; COLODETE, 2015; MATSUMOTO, 2015; SILVA; GUERRA, 2016; SILVA, 2016a, 2016b, 2017) e presenciamos, em raros momentos contêm a intenção de avaliar personalizadas o estudante, e quando a possuem, em geral, ela está na construção da nota final, ou seja, o aprendiz é avaliado por meio de mais de um instrumento (avaliações formativa e somativa), permitindo a ele compensar um insucesso em dado momento num instrumento, noutro momento com um instrumento diferente. Mas, não se vê um único instrumento onde tal recuperação do processo ensino-aprendizagem possa ocorrer durante a própria realização do instrumento avaliativo, incluindo uma autoavaliação do educando.

### 7.2.2 Dos participantes (o próprio e outros)

Todos os estudantes deste docente, do ensino básico da Escola Estadual Dr<sup>a</sup> Eunice de Lemos Campos e do Centro Universitário CESMAC (graduações em Engenharia Elétrica e Civil), são avaliados por meio de *teias*. Em 2016 eles somaram mais de 250. Os dados a serem analisados aqui se referem às *teias* de alguns temas matemáticos percorridas por alguns desses participantes.

A escolha dos questionários foi aleatória, dentre as muitas *teias* já percorridas e armazenadas pelo docente (*Big Data*)<sup>27</sup>. E mesmo sem ocorrer uma entrevista ou outro contato com os estudantes que resolveram os questionários das *teias* sorteadas, os três educandos autores das provas eleitas por sorteio, foram consultados, e após concordarem assinaram um termo de consentimento (cujo modelo encontra-se no Apêndice D) em ter suas respostas analisadas nesta pesquisa, cientes do sigilo de suas identidades. E por terem, os três, dezoito ou mais anos de idade, apenas eles foram solicitados para assinar o termo.

---

<sup>27</sup> O AVA [www.blogdorprofh.com](http://www.blogdorprofh.com) contém todas as *teias online* mencionadas nesta pesquisa. Ali o autor da mesma disponibiliza para seus estudantes e leitores do assunto os questionários já prontos para serem aplicados. Os dados colhidos e os percursos daqueles que foram avaliados por meio de uma *teia*, por outro lado, não são públicos. Eles formam um *Big Data* onde só este pesquisador pode acessar e analisar. Alguns desses dados são analisados na dissertação.

Foram escolhidos um universitário (2º período), um estudante do ensino médio (2ª série) e um estudante do ensino fundamental (Progressão IV).

### 7.2.3 Das práticas profissionais atuais

Existe o desejo de se avaliar a aprendizagem dentro de um contexto ensino-aprendizagem-avaliação, na Educação Matemática, de modo justo e motivador (ABRANTES, 2002; RABELO, 2013) para educador e educando, muito embora fazer isso em condições socioeducacionais injustas e desmotivadoras seja o desafio-mor para ambos.

As práticas colaborativas de aprendizagem aparecem timidamente no cenário da Educação Matemática, ampliando lentamente a ideia das avaliações qualitativas e metacognitivas, e das autoavaliações nas aulas de Matemática do ensino básico (FIORENTINI; LORENZATO, 2006; ARAÚJO; LUCENA, 2012).

O quadro do primeiro capítulo (Quadro 1) apresentou as avaliações oficiais adotadas pelo Ministério da Educação de nosso país, onde o exame pontual e estático (LUNT, 1994; LIMANA; BRITO, 2008; BRITO, 2011) é a referência oferecida pelo estado para os docentes.

É mais fácil perpetuar o que recebemos no lugar de seguir na direção apontada pelas teorias e pesquisas científicas – o tradicional método do exame, da prova igual para todos, *afinal que professor recebe o suficiente (e tem tempo sobrando) para a elaboração e implementação de uma filosofia avaliativa que se adeque às diferenças cognitivas de cada aprendiz de todas as salas de aula das escolas que ele precisa dar conta?* (E isto em qualquer uma das três modalidades de ensino aqui abordadas: presencial, EaD e híbrida!). *O salário mal dá para a subsistência, quanto mais para a continuidade da formação e a obtenção das atualizações científicas educacionais.*

Esses argumentos em itálico definem e/ou representam e/ou fundamentam o pensamento e a conduta de muitos docentes (maioria?), de Matemática inclusive (PERRENOUD, 1993; SANTOS, 2003).

### 7.2.4 Da intencionalidade e do foco temático inicial

Nossas hipóteses de trabalho, como descritas anteriormente, são: (1) O modelo da *teia* é uma nova concepção de avaliação da aprendizagem gerada pela combinação seletiva de elementos de teorias psicológicas, os quais tanto a compõem quanto ganham novos

significados durante tal entrelaçamento. (2) Uma *teia*, isto é, uma estratégia didático-matética em Matemática fundamentada no modelo citado, está bem protegida das concepções educacionais do avaliador, ou ainda, a proposta pedagógica embutida nesse estilo de avaliação oportuniza ao docente flexibilidade e atualização em seu fazer-ensinar-avaliar matemática. (3) A *teia*, enquanto materialização de sua filosofia, aumentou o interesse por aprender Matemática dos estudantes, ao respeitar as peculiaridades cognitivas deles.

A intenção do autor da ideia é não achar que o *estado da arte* em avaliação da aprendizagem matemática seja utópico, de modo que esta pesquisa-ação explicita indícios da veracidade das três hipóteses, sobretudo a última delas, uma vez que a pesquisa propriamente dita e a construção do encadeamento lógico da síntese teórica realizada produzindo, assim, a Filosofia da Teia, já abalizaram a coerência das primeiras duas premissas/hipóteses.

### 7.3 Cada ciclo

#### 7.3.1 Planejamento: da preocupação temática (ou ciclo anterior) ao primeiro passo de ação

Uma vez que por meio da metodologia da pesquisa-ação queremos demonstrar o aumento do interesse por aprender Matemática gerado pelo uso da filosofia da *teia* em salas de aula, tanto no ensino básico como no superior, o primeiro passo é colocar a *teia* diante dos estudantes, após a sequência didática mencionada na página 46, dentro do contexto normal das aulas e do processo ensino-aprendizagem-avaliação.

A primeira delas é a Sondagem Biopsicossociológica apresentada no capítulo 4, seção 4.2 desta pesquisa, a qual pode ser comparada a uma avaliação diagnóstica (AUSUBEL et al., 1980), mas com propósitos estendidos, iniciando a construção do *Big Data* de cada educando, com informações sobre o nível atual de conhecimento matemático (por meio de até quatro problemas matemáticos), e dados metacognitivos e familiares, enfim, biopsicossociais. A versão atualizada (até o término da dissertação) dessa *teia* está disponível temporariamente em <http://blogdoprofh.com/2015/02/16/sondagem-biopsicossociologica-e/><sup>28</sup>.

#### 7.3.2 Implementação: relato discursivo sobre quem fez o quê, quando, onde, como e por quê

---

<sup>28</sup> Ou seja, a Sondagem (bem como todas as demais *teias*) é atualizável, de modo que estudantes que participam dela em anos distintos possivelmente realizaram *teias* com variações, pois problemas/itens são trocados de acordo com a série acadêmica, itens metacognitivos são calibrados para registrar com maior precisão o significado das respostas dadas pelo estudante (TRI da *teia*), possibilidades de ramificações são modificadas, etc.

Os estudantes A (2º período de Engenharia Elétrica no ensino superior do Centro Universitário CESMAC<sup>29</sup>), B (2ª série do ensino médio da Escola Estadual Drª Eunice de Lemos Campos) e C (Progressão IV, turma que reúne estudantes dos 8º e 9º anos do ensino fundamental da última referida instituição<sup>30</sup>) terão seus percursos em duas *teias*, analisados e discutidos. Eles foram escolhidos aleatoriamente dentro do conjunto de todos os estudantes do autor da pesquisa no ano de 2016.

Na Sondagem de A<sup>31</sup> constatou-se um aproveitamento de 75% dos itens de matemática, sem solicitar assistência. Quanto aos itens metacognitivos (cosmovisão, estilo de vida e valores) e familiares, o estudante não ofereceu indícios de baixa autoestima diante da Matemática e da vida, problemas em casa, nem situações envolvendo agressões e traumas, nos catorze dados registrados pelo aprendiz nesse contexto extracurricular. Seus pais estavam bem casados, segundo o próprio estudante, e para ele o universo e a vida são obra de um Criador divino e pessoal. Não apresentou vícios prejudiciais a sua saúde (toda a Sondagem do estudante A está disponível no Apêndice E).

O estudante B acertou todas as quatro questões de matemática possíveis, sem solicitar assistência. Dentre as vinte e duas informações pessoais oferecidas pelo educando, citamos: seus pais são divorciados e ele é filho único. Ele se considera dedicado aos estudos e possui alguns traumas e se considera feio. Gosta de filmes de comédia (toda a Sondagem do estudante B está disponível no Apêndice F).

A performance da estudante C contém dois acertos nos quatro problemas propostos, onde no primeiro deles foi solicitada a assistência. Nos 17 dados informados pela estudante sobre sua vida particular, aparece que ela detesta Matemática, possui 16 anos (e em conversas informais dentro da sala de aula descobri que C possui um filho), e anseia por trabalhar e ganhar seu próprio dinheiro ainda em 2016. C possui acesso fácil à internet, gosta de Deus e possui pelo menos um irmão/uma irmã exemplar (toda a Sondagem da estudante C está disponível no Apêndice G).

Só essas informações já são capazes de contribuir positivamente para a tomada de decisões docentes a respeito do possível conteúdo matemático do estudante avaliado, bem como para o relacionamento docente-discente, ou seja, “afeto e Matemática” (SILVA;

---

<sup>29</sup> A autorização desta IES se encontra no Anexo A.

<sup>30</sup> A autorização desta instituição educacional se encontra no Anexo B.

<sup>31</sup> Para o nível superior a Sondagem encontra-se temporariamente em:

<http://blogdoprofh.com/2016/02/22/sondagem-biopsicossociologica-e-matematica-superior/>.

GUERRA, 2016, p. 28). E quanto mais tempo o professor dispensar para escavar o *Big Data* do aprendiz, mais fundamentação obterá para suas escolhas no processo ensino-aprendizagem-avaliação.

Ou seja, o *Big Data* é uma mina de ouro para as ações pedagógicas necessárias, e metodologicamente precisas e eficazes. É onde está a possibilidade de uma avaliação personalizada, adaptativa, oportunizadora e potencialmente justa.

Libâneo (1990), Vianna (2000), Luckesi (2003), Buriasco et al. (2009), Marinho et al. (2014) mencionam e/ou sugerem anotações por parte do docente de características, situações, informações enfim, de cada discente, exatamente com o propósito supracitado. Mas, por limitações humanas e de tempo óbvias, essa tarefa é enfadonha e impraticável. Porém, com o advento das TIC e das TDIC, a coleta de dados é feita de modo autômato, sem demanda de trabalho e tempo do atarefado educador! Logo, usar essa tecnologia na Educação ou adaptá-la às práticas pedagógicas é a ferramenta que pode minimizar os problemas causados pela subjetividade/objetividade descalibrada na avaliação da aprendizagem humana, oportunizando uma coerente avaliação quali-quantitativa ao munir o professor com informação de alta qualidade (supondo é claro que o estudante registrou apenas informações fidedignas em seu trajeto na *teia* diagnóstica).

#### 7.3.2.1 Segunda teia do estudante A – assunto: Sistemas Lineares e (sub)espaços vetoriais

Essa *teia*, assim como a anterior (Sondagem), está disponível *online*<sup>32</sup>. Transcrevendo o percurso do estudante A, está registrado em seu *Big Data* que ele acertou os cinco primeiros itens ideais, sendo que no quarto obteve 90% de acerto (o quarto problema é dissertativo, devendo ser enviado ao professor via *WhatsApp*). Por um erro no planejamento da *teia* (cometido por mim, o educador-engenheiro dessa *teia*), o aplicativo Formulários entregou para A a sexta questão secundária (não ideal) em vez de ele receber a 6ª questão ideal, uma vez que acertara a 5ª ideal. O próximo ramo foi o 7º item ideal (pois ele acertou o 6º secundário). O estudante pediu e recebeu assistência, mas escolheu pular esse item e solicitou uma questão mais simples, e automaticamente ele recebeu o sétimo item secundário. Novamente ele solicitou a assistência e em seguida pediu, novamente, um item com menos

---

<sup>32</sup> Disponível temporariamente em: <http://blogdoprofh.com/2016/04/27/avaliacao-em-forma-de-teia-sobre-sistemas-lineares-e-espacos-vetoriais/>.

conceitos, o que levou o programa a lhe conceder o oitavo problema secundário. O estudante solicitou assistência, acertou o problema e foi conduzido ao 9º item ideal.

Antes, porém, a *teia* (o “professor onipresente”) lhe perguntou: “Por favor, responda com sinceridade: você gostaria de continuar sua avaliação em forma de teia?” e ele assinalou a opção “*Oxi com certeza professor! Estou aprendendo mais enquanto faço essa prova!* ☹\_☹”.

Por fim, ficou registrado ainda que A acertou o 9º e o 10º itens ideais, solicitando assistência em ambos, e concluiu sua trajetória.

No Apêndice B se encontra a tabela criada no aplicativo Excel com as pontuações de cada item dessa *teia* (a TRI de *teia*). A nota de A (com o erro do docente) seria

$$6,415 + 2,08$$

totalizando 8,495 como quantificação de seus percursos, onde a primeira cifra se refere a somatória dos pontos obtidos com os itens ideais e a segunda, o resultado dos itens secundários.

#### 7.3.2.2 Segunda teia do estudante B – assunto: Sistemas Lineares<sup>33</sup>

Questão 1 (ou primeiro problema/item) O estudante B não acerta e é levado a uma Questão 2 cujo campo conceitual exige menos conceitos do que aquela que ele receberia caso tivesse sido bem sucedido no primeiro problema.

O estudante resolve corretamente esse item e passa para a Questão 3 de nível ideal; ele também acerta e é levado à Questão 4 cujo o nível é superior ao do problema anterior. Nesta questão, B erra e recebe a Questão 5 secundária; ao resolvê-la com acerto, a *teia* lhe entrega a Questão 6 ideal; B conclui com êxito este problema. O programa lhes propõe: “Por gentileza, escolha entre as opções que seguem: ( ) Concluir minha avaliação agora mesmo. ( ) Quero mais um problema.” O aprendiz B escolhe a última alternativa, indicando interesse em continuar sendo avaliado e aprendendo.

<sup>33</sup> Disponível temporariamente em: <http://blogdoprofh.com/2015/06/04/avaliacao-em-forma-de-teia-sobre-4/>.

Figura 2: A trajetória de B na *teia* – recorte da planilha gerada pelo programa

Indicação de data e hora	Questão 1	Questão 2	Questão 3
09/06/2015 14:22:25	x = 60 e y = 30 é a única solução.		-1,2
	Questão 4 (UPF)	Questão 5	Questão 6 (PUC-SP)
	780 brinquedos		108
	Vou te ajudar na 1ª quest	Vou te ajudar na 2ª quest	Vou te ajudar na 3ª quest
	Vou te ajudar na 4ª quest	Vou te ajudar na 5ª quest	Vou te ajudar na 6ª quest
	Questão 1	Questão 2	Questão 3
		Ali existem 7 coelhos.	
	Questão 4 (UFSM-RS)	Questão 5	Questão 6 (ENEM)
		(0, -1, 0)	
	Vou te ajudar na 1ª quest	Vou te ajudar na 2ª quest	Vou te ajudar na 3ª quest
	Vou te ajudar na 4ª quest	Vou te ajudar na questão	Vou te ajudar na 6ª quest
	Questão 7 (Unicamp)	Questão 7	Questão 8 (Unicamp)
	a)		
	Vou te ajudar na 7ª quest	Vou te ajudar na 7ª quest	Vou te ajudar na 8ª quest
	Por gentileza, escolha!	Você chegou ao fim de s	Digite sua série e turma:
	Não, quero mais uma que	Eunice lemos campos	2º ano A
		Digite seu número:	Digite seu nome:

Fonte: Recortes da planilha que contém as respostas do estudante B. Disponível (via senha) em: <  
<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1719HgbgyIhkqNOsWrK70wmmYR-64A40ulJ9wclkyVA/edit#gid=2143149255>> Acesso em: jun. 2015

Faz-se aqui uma breve interrupção na investigação da trajetória de B para compararmos o que ocorreu até agora em seu trajeto o papel de uma avaliação em matemática, na visão de Burisaco (2009, p. 84):

A avaliação, aqui concebida como necessária, contribui com a formação dos estudantes, de modo a ser tomada por eles como uma orientação para a sua aprendizagem, e não como uma “meta”, um fim a ser alcançado. As tarefas propostas em qualquer situação, avaliativa ou não, devem servir para estimulá-los a pensar, refletir, criticar, levantar hipóteses, compreender e correlacionar conteúdos. Assim, a avaliação da aprendizagem escolar ao interpor os processos de ensino e aprendizagem, não pode ser feita de modo a apenas classificar os estudantes.

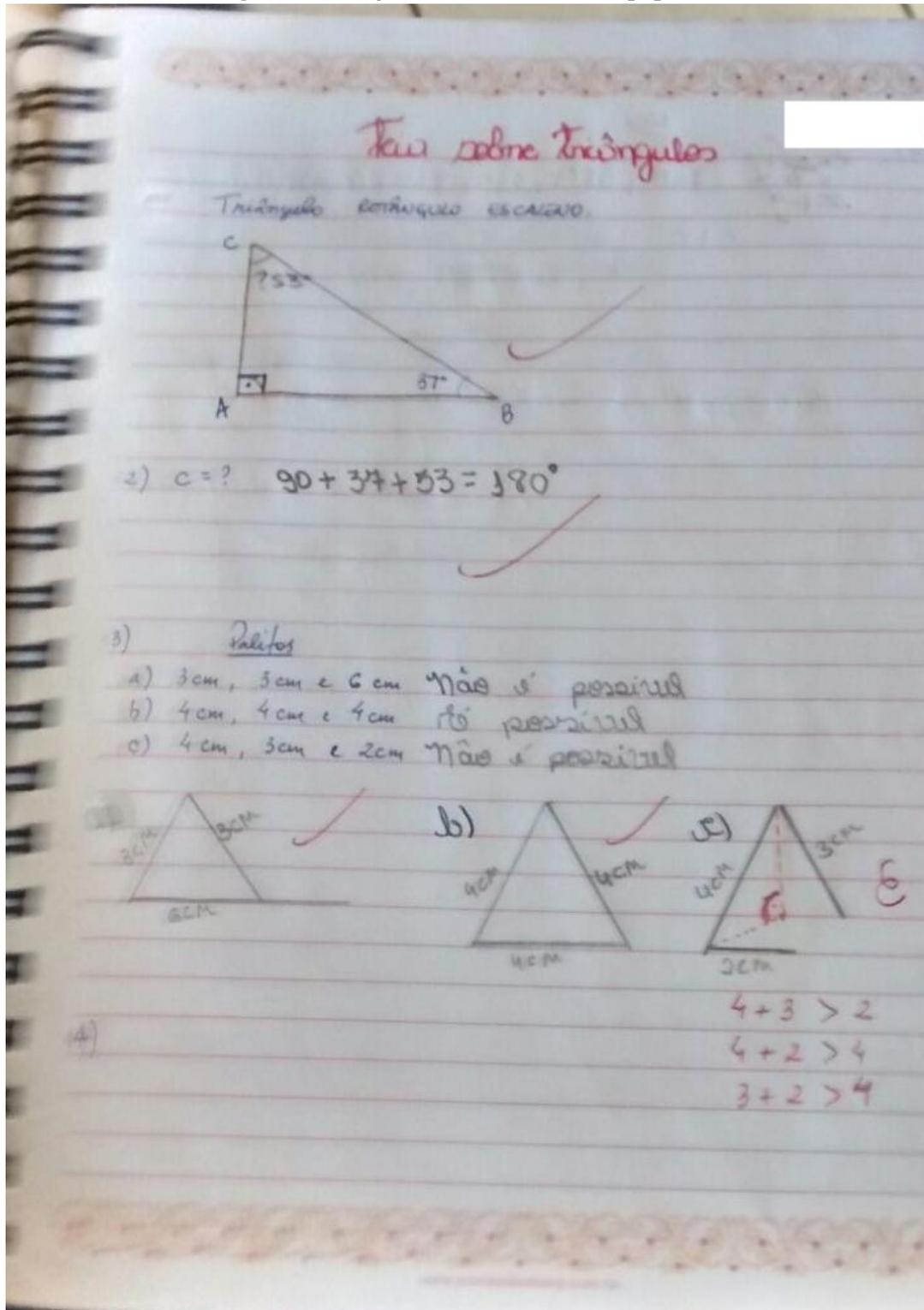
Retomando o experimento, a *teia* por fim coloca para B a Questão 7 e ele, motivado (dentre outros fatores) pela própria estrutura estimulante desse processo avaliativo, acerta o item e escolhe concluir sua atividade. Percebe-se nos dados desse experimento que o estudante em nenhum momento solicitou a assistência contínua. Isto está constatado na figura 2 nas lacunas logo abaixo das expressões “Vou te ajudar na enésima questão”, o que é uma possibilidade menos provável nas trajetórias recebidas dos estudantes avaliados recorrentemente através da filosofia da Teia.

#### 7.3.2.3 Segunda teia da estudante C – assunto: Triângulos

A foto na página seguinte, embora com uma qualidade fotográfica questionável, possui um conteúdo de alta qualidade para esta pesquisa. Ali podemos ver uma *teia* “no papel” como foi exposto no capítulo 3, seção 3.2, com três questões breves sobre classificação de triângulos quanto aos lados e ângulos, a soma dos ângulos internos de um triângulo e o critério de existência de um triângulo (desigualdade triangular).

A estudante C recebe os itens um por vez: à medida que responde um, de acordo com sua resposta, recebe outro de nível conceitual (VERGNAUD, 1994) maior ou menor (ROBERT, 1998). Para quem havia se descrito como “detestando” a disciplina, C revela certa facilidade acertando todos os problemas propostos de modo informal, com exceção da última terça parte do terceiro item, onde ela recebe assistência de seu professor.

Figura 3: A trajetória de C na teia de papel



Fonte: Elaboração própria, 2016

### 7.3.3 Relatório de pesquisa sobre os resultados da melhora planejada

A *teia* sobre Espaços Vetoriais será consertada, pois como disse, uma de suas ramificações (que ocorre da quinta questão ideal para a sexta questão ideal) contém um grave erro: quando o estudante acerta o item, ele é levado a um com menos conceitos (no caso, para o problema 6 não ideal). Já os erros cometidos por A apesar de ter solicitado e recebido assistência, eles têm seus motivos subjetivos ainda a serem revelados por meio de uma investigação mais profunda e que não consta entre os objetivos de nossa pesquisa.

Com relação aos dados recebidos do estudante B, concluí que em minhas aulas eu devo estimular os educandos a solicitar a assistência onipresentemente acessível em cada problema da avaliação, evitando que o recurso deixe de ser acessado por aqueles que talvez pensem que, ao acessá-lo, isso diminuirá sua nota, por exemplo.

Quanto à avaliação no papel realizada com a estudante C, a foto me advertiu quanto à qualidade dos registros armazenados manualmente. Quero dizer, nas *teias* manuais que são fotografadas e armazenadas no *Big Data* do estudante, eu devo ter mais atenção evitando o armazenamento de fotos ruins. Quando a avaliação é mediada pelas TIC isso não tem chance de ocorrer, pois todo processo é autômato, uma vez programado pelo educador-engenheiro (por outro lado, a foto testifica da legitimidade do sorteio na escolha das *teias* a serem exploradas nesta pesquisa. Nosso acervo contém muitas outras fotos com qualidade de *zoom* e enquadramento superior).

#### 7.3.3.1 Resumo e base racional do(s) método(s) de produção de dados

Por meio de duas *teias* aplicadas em cada um dos três aprendizes – a Sondagem prévia e uma *teia* com conteúdo matemático curricular (sorteada dentre os vários temas vistos ao longo da série/do período) – obtivemos o *Big Data* de cada um deles, do qual vieram as análises. Procurei, logo acima e abaixo, transcrever sucintamente suas trajetórias em ambas as *teias*.

O sorteio ocorreu de acordo com o seguinte algoritmo:

- 1) Sortear um estudante do ensino superior.
- 2) Sortear uma *teia* realizada por ele (de papel ou via TDIC).
- 3) Sortear um estudante do ensino médio.

- 4) Sortear uma *teia* realizada por ele (de papel ou via TDIC).
- 5) Sortear um estudante do ensino fundamental.
- 6) Sortear uma *teia* realizada por ele (de papel ou via TDIC).

As planilhas transcritas e os itens das avaliações podem ser vistos na íntegra nos Apêndices.

### 7.3.3.2 Apresentação e análise dos dados

Estudante A Sua sondagem detectou evidências da predileção do estudante pela Matemática, de boas relações familiares e da ausência de vícios prejudiciais à saúde. Tais informações levam o docente à ideia de que o aprendiz pode ser conduzido a campos conceituais em nível crescente de dificuldade (ROBERT, 1998), à medida que ele continuar com essas características que ensejam mais aprendizagens (SILVA, 2016). Seus rendimentos altos tanto na Matemática da Sondagem quanto na *teia* sobre Espaços Vetoriais sugerem isso.

As cinco solicitações de assistência em sua segunda *teia* podem explicar parcialmente seu êxito nela. No entanto, as assistências dos itens 7 ideal e 7 secundário possivelmente foram irrelevantes para ele, o que pode sugerir uma reformulação das mesmas, caso isso tenha se repetido com outros estudantes (algo a ser investigado e que extrapola o escopo da dissertação).

Portanto, a investigação no *Big Data* do estudante A implica uma nova investigação, mais detalhada e comparativa com o *Big Data* de outros estudantes que também realizaram a referida *teia*, e que também passaram pelo mesmo item, para a tomada dessa decisão de reformulação das assistências. Em casos como esse, se faz necessário analisar o infográfico (recurso gerado automaticamente pelo aplicativo Formulários e acessível ao docente assim que solicitado), por exemplo, dos dois itens supracitados com as respostas de todos os que passaram pelas mesmas questões, e analisar estatisticamente o (in)sucesso das assistências acessíveis nos itens 7 (ideal e secundário).

Esse fato é um exemplo da importante função do *Big Data* (DOS SANTOS; LEMES, 2014): ele aumenta a cada aplicação de uma *teia*, mas só é usado quando há necessidade, pois as atividades docentes e o pouco tempo livre do educador o impedem de acessar

recorrentemente o banco de dados dos estudantes, a não ser para tirar alguma dúvida sua, do estudante, da escola, da família, etc., e/ou tomar alguma decisão sobre um avaliando, etc.

Estudante B Pelo que vimos no *Big Data* desse aprendiz, talvez ele tenha alguma baixa autoestima, embora ele se considere aplicado nos estudos. Estaria essa visão negativa de si mesmo interferindo em sua escolha por assistência? Como vimos em sua segunda *teia*, sobre Sistemas Lineares, o estudante prescindiu da assistência contínua durante todos os sete problemas da avaliação. Seria uma consequência da *pseudoautonomia*? (SILVA, 2016b).

A tabela “TRI da *teia*” correspondente a sua trajetória (vide Apêndice H) deixa claro sua decisão equivocada em não pedir ajuda. Logo no primeiro item, o estudante B demonstrou certeza numa resposta errada, ou seja, nem dúvida ele teve naquela questão, o que não é bom, pois a dúvida propicia conhecimento de melhor qualidade do que a certeza ou crença cristalizada em algo que não é verdadeiro. Se B duvidasse de sua convicção, ele pediria assistência e esta, talvez, lhe corrigisse antes mesmo de ele errar *oficialmente*, ao assinalar uma opção errada.

O mesmo ocorreu também no quarto problema dessa *teia*. O estudante B escolheu apenas mais um dos dois problemas que estavam à sua disposição, após os seis primeiros.

Possibilidades (resultados subjetivos contidos no *Big Data* do educando): talvez, por não está acostumado a pedir ajuda em provas de Matemática, ele optou por encerrar seu questionário mesmo acertando o sétimo item ideal, no lugar de *arriscar* no oitavo, já que ele demonstrou não contar com a assistência como uma aliada. Talvez ele acreditasse que a assistência lhe custaria algo como diminuição de sua nota, muito embora eu tenha enfatizado que esse recurso é sempre gratuito. Talvez ele tenha duvidado do professor ou não ouvido ou ainda esquecido.

Os fatos colhidos são (resultados objetivos): ele escolheu não receber assistência; demonstrou baixa autoestima (está registrado seu *Big Data* por meio da primeira *teia*, a Sondagem); escolheu resolver sete itens de um total de oito acessíveis a ele.

Estudante C Embora esteja registrado nos dados colhidos da estudante C que ela detesta a disciplina, nossa estratégia didática parece não ter contribuído para a manutenção/perpetuação dessa predisposição mental. Os desenhos com o uso de régua dos

triângulos<sup>34</sup> e a escrita legível e organizada da estudante revelam características de alguém que, no mínimo, se dedica a fazer o que é necessário, o que também pode refletir um relacionamento saudável com o educador (SISTO; MARTINELLI, 2006).

Analisando o *Big Data* da estudante C pude concluir que se cumpre bem o binômio causa-efeito apontado pela BNCC (BRASIL, 2016), pois, como mencionamos no capítulo 5,

O surgimento de conflitos sócio cognitivos [sic] nos momentos de resolução e elaboração de problemas desenvolve não somente a argumentação, a validação de processos e a capacidade de comunicação, como também, o gosto por partilhar sentimentos de valorização de saberes e experiências, destacar qualidades e potencialidades e a liberdade de expressar opiniões, direitos de aprendizagem e desenvolvimento [...] (BRASIL, 2016, p. 133).

Apesar da dificuldade primária, a estudante C demonstrou superação ao cumprir sua parte no pacto/contrato didático (DOUADY, 1986), enquanto a filosofia de nossa estratégia didática tanto foi parte da causa como revelou esse desenvolvimento, inicialmente conflituoso, que poderia se manter assim, mas que por meio da adaptabilidade da *teia* aos seus conhecimentos (e características biopsicossociais), e da assistência ou comunicação onipresente, os dados do aprendiz em análise sugerem uma crescente motivação ao perceber sua aprendizagem e a paciência docente ofertada durante seu processo ensino-aprendizagem-avaliação único. Afinal, a estudante revelou querer *se livrar* da matéria (e da escola) para trabalhar e sustentar seu filho. Mas sua dedicação pode indicar uma mudança de visão/comportamento motivada por um tratamento correspondente às suas necessidades (BRITO, 2011).

### 7.3.3.3 Discussão dos resultados: explicações e implicações

A capacidade do *Big Data* de lançar luz sobre complexidades que bloqueiam o caminho da aprendizagem tem se demonstrado digna de atenção. Esse mecanismo se transforma numa espécie de porta para a mente do estudante, onde a leitura docente desse banco de preciosas informações é a chave.

---

<sup>34</sup> Ao longo de mais de uma década e meia tenho percebido como os tópicos de geometria são anotados, por muitos estudantes, sem o uso de instrumentos básicos como réguas e compasso, mesmo quando solicitados por mim. Para evitar isso, no início das aulas sobre medição de ângulos, eu coloco um transferidor em cada mesa.

Nos três casos analisados a *TRI da teia* quantificou a aprendizagem (ou a associou a um número racional no intervalo  $[0,10]$ ) com base em parâmetros que o estudante conhece.

No caso das *teias* no papel, a paciência durante as idas e vindas até o birô para as assistências e/ou novos itens, a organização, os registros de representação semiótica (DUVAL, 2005), a dialética ferramenta-objeto/mobilização do conhecimento (DOUADY, 1986), os conceitos ausubelianos (esses três últimos são conhecidos por eles como simplesmente o interesse/a capacidade deles em transformar as aulas em ferramentas para a resolução dos problemas propostos) e a ZPD de Vygotsky (conhecida por eles pela expressão “*o que eu sei fazer sozinho e o que eu só sei com ajuda*”). Isso é levado em consideração para quantificar o conhecimento na versão de papel. Ou seja, mesmo havendo o elemento subjetivo na correção da prova no papel (LIBÂNEO, 1990; LUCKESI, 2006), implica-se que com tais balizas o educador não se desvie dos parâmetros preestabelecidos pela filosofia da Teia.

Já na versão com as TIC, o poder de controle e segregação (LUCKESI, 1986; LIBÂNEO, 1990; ESTEBAN, 2008; D’AMBROSIO, 2013) que mencionamos no quarto capítulo, são utilizados de forma a proteger a liberdade de escolha/expressão do educando, das concepções educacionais do avaliador, sempre que estas estiverem em oposição ao arcabouço teórico da *teia*. A *TRI da teia* calibrada de acordo com a complexidade conceitual do problema (VERGNAUD, 1994; ROBERT, 1998; SILVA; GUERRA, 2016; SILVA, 2016a, 2017) impede, por exemplo, que o docente diminua/aumente a nota do estudante por motivos passionais. E caso transgrida tais parâmetros, se percebido pelo educando/família/escola e este/esta solicitar o critério que definiu sua nota, o professor terá que se explicar ou corrigir a nota, retornando à harmonia com a filosofia do instrumento que escolheu utilizar como avaliação.

A análise das *teias* do estudante A propõe estabilidade em sua aprendizagem matemática; o acionamento do recurso assistência na maioria dos itens; a necessidade da correção das conexões do sexto problema ideal da *teia* sobre Espaços vetoriais; sua disposição/motivação em receber mais questões até a última disponível, dentre outros dados que fundamentam ações pedagógicas. A realidade dinâmica da avaliação é comprovada também na análise dos resultados.

Dentre os resultados implicados pelas *teias* do estudante B, está a comprovação do sucesso dessa estratégia didática em coletar informações pessoais/psicológicas que podem explicar a trajetória do discente na avaliação e nas aulas. O educando informou sua baixa

autoestima com relação à sua imagem, a presença de traumas, e isso pode explicar sua dificuldade em acessar/solicitar a assistência contínua. A ação de conversar com ele sobre sua escolha em não pedir ajuda durante a prova, é algo aconselhado ao se estudar seu *Big Data* pautando-se pela filosofia investigadora e interventora de nossa avaliação. Esse caso, por outro lado, deixou em suspense a ZDP do estudante, uma vez que não conseguimos constatar o que ele saberia resolver com a assistência. Isto é, quando o aprendiz escolhe não pedir ajuda ao *professor onipresente* e “se dá mal” com isso, ele amputa uma parte reveladora de nossa filosofia e de si próprio, e levanta questionamentos a serem respondidos por meio de novos momentos avaliativos presenciais, à distância e/ou híbridos.

Os resultados da análise dos percursos da estudante C me fizeram pensar em como essa estratégia será útil para professores da EJA (Educação de Jovens e Adultos), um público cujo perfil se assemelha ao do aprendiz em questão. Logo, é possível que aqueles que gostariam de pular a escola para ir direto ao mercado de trabalho, seja por necessidade ou por desmotivação, possam rever sua visão da escola, ao menos da Matemática, através da *teia* e seu contexto.

### 7.3.4 Avaliação

#### 7.3.4.1 Da mudança na prática: o que funcionou ou não funcionou e por quê

O *layout* da *teia* foi detalhado nesta pesquisa, revelando sua interface amigável a despeito do entrelaçamento cuidadoso/engenhoso das teorias psicológicas e estatística, e desdobramentos tecnológicos que compõem sua filosofia. Esse *tricô* científico-educacional, nada artesanal, explicou a ideia da *teia* e consubstanciou suas hipóteses, respondendo a pergunta-problema da dissertação.

Por outro lado, ficou claro por meio da pesquisa-ação envolvendo o estudante B que, uma maneira de o educando se blindar contra a filosofia da *teia* (ou não receber seus benefícios na íntegra) é resolver o questionário da avaliação dispensando a opção da assistência, pois isto, embora não sabote nossa ideia já que a adaptabilidade às suas respostas permanece intacta, acarreta um *Big Data* sem a possibilidade de uma interpretação vygotskyana de seus percursos. Dito de outro modo, a avaliação adaptativa perde o importante recurso de uma avaliação autenticamente dinâmica (LIMANA; BRITO, 2008) – avaliar ensinando e ensinar avaliando.

Isso pode ser contornado se o educador-engenheiro programar sua *teia* no momento do planejamento desta, antes de sua fabricação, para que o aprendiz seja convocado a escrever o porquê de ele prescindir da opção de solicitar ajuda. Assim, cada vez que o estudante dispensar a assistência ele se justificará, preenchendo a lacuna deixada no *Big Data* do educando B e oportunizando ações pedagógicas precisas e bem fundamentadas.

#### 7.3.4.2 Da pesquisa: em que medida foi útil e adequada

A análise realizada no capítulo anterior, seção 5.7, de três itens da *teia* sobre Medidas de Tendência Central e de Dispersão, pode ser realizada em todas as questões da Sondagem em consideração bem como em qualquer outra *teia*, independentemente do tema avaliado e da concepção matemática do docente que se utiliza do modelo da *teia*.

Na verdade se objetiva que o uso dessa estratégia didática seja um reflexo de uma *ensinagem* também criteriosa, fundamentada cientificamente e empolgante. Dito de outro modo, Borges e Santana (2001, p.1) chamam a atenção para o fato de que se “observarmos o excesso de estudos sobre a aprendizagem matemática, vemos, porém que faltam ideias e estudos que atentem para o ensino e a didática desta ciência”. Para esses pesquisadores “os problemas da educação matemática no Brasil estão mais associados aos problemas de uma ‘ensinagem’ do que de uma aprendizagem, ou seja, os maiores problemas de educação matemática estariam na formação docente e na prática do professor” (BORGES; SANTANA, 2001, p. 2).

Pondera-se ainda que, mesmo a *teia* despertando o interesse de um docente ou pesquisador cuja abordagem pedagógica seja tradicionalista e não preocupada com o processo ensino-aprendizagem-avaliação no contexto da personalização do conhecimento (evitando-se a atuação nefasta do poder de segregação de uma prova educacional e suas injustiças e desigualdades derivadas) – o âmago da filosofia da *teia* – ou seja, mesmo quando o uso dessa estratégia ocorrer por parte de um professor cujas práticas não condizem com a filosofia proposta nesta dissertação, a *teia* poderá flexibilizar esse educador e até atualizar sua concepção educacional, caso ele permita.

Caso contrário, a filosofia da *teia* não estará sendo seguida por aquele docente que deseja aplicar somente a prova adaptativa para seus estudantes (talvez ele esteja consciente da capacidade de controle de uma prova tradicional); ele o fará como um ato avulso, sem os critérios fundamentados por esta estratégia didático-matémica e/ou sem a referida *ensinagem*,

e/ou ainda sem dar importância à afetividade da qual vem o interesse pela assistência contínua ao aprendiz. O *Big Data* gerado pelas *teias* no papel e/ou *online* se tornará um amontoado de informações, cuja relevância para a saúde do ensino-aprendizagem-avaliação será inversamente proporcional ao desvio que se fez da filosofia da *teia*.

O resultado disso é que essa aparente mudança feita pelo professor que se utilizou parcialmente da filosofia da *teia*, embora tenha “como objetivo romper com o sistema de controle de segregação, [...] ainda não encontrou os aspectos-chaves que devem ser transformados, por isso propõe modificações superficiais, ainda que aparentemente indique mudanças profundas” (ESTEBAN, 2008, p.13).

Assim sendo, isto comprova nossas duas primeiras hipóteses, pois como vimos até aqui, o modelo da *teia* é uma nova concepção de avaliação da aprendizagem gerada pela articulação de teorias psicológicas as quais tanto a compõem quanto ganham novos significados durante tal entrelaçamento – a primeira das hipóteses desta pesquisa.

De modo semelhante podemos verificar que uma *teia*, isto é, uma avaliação em Matemática fundamentada no modelo citado, está bem protegida das concepções educacionais do docente, ou ainda, a proposta pedagógica embutida nesse estilo de avaliação oportuniza ao docente flexibilidade e atualização em seu fazer-ensinar-avaliar matemática.

Se o objetivo dessa dissertação fosse apenas evidenciar o aumento da motivação dos discentes nas aulas/provas de Matemática (terceira hipótese desta pesquisa), uma amostra mais generosa na coleta de dados para a posterior análise e, conseqüentemente, análises de mais de duas *teias* por estudante, geraria um acervo mais interessante do que aquele aqui posto. No entanto, faltaria espaço para a breve história do desenvolvimento do tema Avaliação, os resumos das modalidades de ensino-aprendizagem e, o mais importante para o autor da pesquisa – a apresentação detalhada da estratégia didática e suas potencialidades, e sua fundamentação teórica. O experimento contido no artigo de Silva (2017) supre essa necessidade de mais estudantes sendo avaliados pela *teia*, pois ali se apresentam 46 educandos sendo avaliados, e seus *Big Data* explorados. Tripp (2005) sugere que, na pesquisa-ação, o pesquisador pode precisar inovar em seus métodos, e D’Ambrósio (1996), como já citado, também estimula o investigador a ancorar suas teorizações nas suas próprias reflexões e práticas, quando lhe falta uma referência precedente.

Logo, esta pesquisa e seu produto educacional poderão ser bastante úteis para educadores matemáticos desejosos por avaliarem seus estudantes com aporte científico-tecnológico diretamente proporcional à época, ou seja, uma avaliação, ou melhor, uma “postura pedagógica” (NETO, 2007) ou ainda “a postura psicopedagógico-tecnológica” (SILVA; GUERRA, 2016) que filosoficamente nunca ficará anacrônica.

A dissertação também foi a melhor maneira encontrada por seu autor de parar para pensar melhor em sua ideia e práticas pedagógicas, à guisa do método científico, burilando-as e fundamentando-as por meio das leituras e dos experimentos. As práticas docentes e o que o conhecimento científico não precisam estar em conflito. É só sentar e estudar. E isso vale para os dois lados – os que são apenas professores e aqueles apenas pesquisadores. O estudo profundo pode criar o professor-pesquisador, o que por certo beneficiará as duas classes e mais: os estudantes maceioenses, alagoanos, brasileiros, enfim, os estudantes dos referidos docentes-pesquisadores.

A pesquisa-ação em sua etapa de análise de dados consolida a inferência de motivação semeada nos estudantes que participaram das *teias* e de seu contexto.

#### **7.4 Considerações finais:**

7.4.1 Sumário de quais foram as melhorias práticas alcançadas, suas implicações e recomendações para a prática profissional do próprio pesquisador e de outros

A filosofia da *teia* impregna quem dela se utiliza com o importante raciocínio causa-efeito de que a aprendizagem é uma matéria à parte, onde o papel do professor de Matemática é estar (pre)ocupado não apenas com o conhecimento matemático, mas com suas habilidades de ensiná-lo, ou seja, sua *ensinagem* (BORGES; SANTANA, 2001), bem como em diagnosticar as condições lógicas e psicológicas de seus estudantes, isto é, a aprendizagem deles, interferindo para oportunizar otimização dessas condições; e isso em todo o processo ensino-aprendizagem-avaliação. Isso resume meu aprendizado e as melhorias alcançadas com esta pesquisa.

As implicações do estilo de vida docente gerado por essa cosmovisão são maiores do que a soma dos benefícios das teorias científicas presentes nesta pesquisa, uma vez que supomos uma simbiose entre cada teoria-componente da *teia*. Quero dizer, os subsunçores ausubelianos dos estudantes de Matemática poderão ser detectados e mapeados como na ZDP

(AUSUBEL et al., 1980; VYGOTSKY, 1980) e incentivados na mobilização do conhecimento (DOUADY, 1986), visando a amplificação (ROBERT, 1998) do domínio discente de campos conceituais (VERGNAUD, 1993); a assistência ubíqua (quando acionada pelo estudante) oportunizará a aprendizagem por pares (VYGOTSKY, 1980), sem elevar suas cargas cognitivas atrapalhando sua aprendizagem (SWELLER, 1988; MAYER, 2001). A *TRI da Teia* quantificará criteriosamente os percursos do educando durante a avaliação, enquanto a paciência necessária ao cumprimento do contrato didático pelas partes (DOUADY, 1986), em todas as etapas do processo contribuirá para um relacionamento saudável entre o professor de Matemática e seu estudante (SISTO; MARTINELLI, 2060; BRITO, 2011) envolvidos nas dificuldades de ensinagem/aprendizagem recorrentes.

7.4.2 Sumário do que foi aprendido a respeito do processo de pesquisa-ação, suas implicações e recomendações para fazer o mesmo tipo de trabalho no futuro.

A pesquisa-ação aliada à rotina docente é uma via de dois sentidos – o que leva benefícios às ciências e o que traz atualizações para as salas de aula. Foi o que o autor desta dissertação presenciou durante o processo da pesquisa, coletou no *Big Data* dos estudantes e transcreveu aqui no formato dessa metodologia científica.

Almeja-se no futuro próximo substituir o trabalho manual com o aplicativo *online* Formulários do Google, pelo algoritmo da *teia* a ser rodado por um programa computacional, onde o professor de Matemática só precise criar o banco de itens de sua *teia* em seu planejamento, e em seguida *copiá-lo e colá-lo* alimentando o programa/software. E pronto. O estudante realizará sua avaliação em forma de *teia* da mesma maneira, acessando-a por meio de um AVA, como um *blog* ou o *Moodle* como exemplos. E o docente receberá todos os movimentos de seus estudantes e suas decisões durante a prova.

O algoritmo já está pronto, como demonstramos nesta pesquisa. Nossos esforços após a dissertação serão voltados para a conversão do mesmo num aplicativo que possa ser baixado (*download*) para o computador do professor, manuseado por ele *off-line* (sem a necessidade de conexão com a internet) e depois depositado num AVA. Ou ainda: realizar a construção de uma *teia* por meio de um *software online* criado para esse propósito, e com cada detalhe da Filosofia da Teia incrustado em sua estrutura, exigindo menos tempo do educador matemático no planejamento de suas avaliações e oportunizando a ele mais tempo para investir no *Big*

*Data* de cada estudante, recebendo assistência do próprio *software* quanto às possibilidades de interpretar as ações e decisões de seus estudantes em seus percursos.

Como mencionado no capítulo 4, seção 4.3, existem na literatura científica alguns poucos exemplos, que dispomos, que se assemelham à *teia*. O modelo apresentado por Soares et al. (2009) cuja semelhança se restringe aos registros dos estudantes que podem ser acessados *online* pelo docente, e as provas construídas e aplicadas no ambiente *Moodle* também por meio da internet (MATSUMOTO, 2015), mas que não se embasam em teorias psicológicas, antes, seguem a abordagem tradicional com pequenas variações fornecidas pela tecnologia, não pela psicopedagogia.

Nosso intuito é que, antes de o ENEM chegar ao nível de prova adaptativa aplicada *online*, e sem os custos operacionais exigidos por empresas não governamentais como a *Geekie*, e ainda sem depender dos setores da computação, nossa pesquisa avance dentro da educação matemática e entregue para os professores de Matemática maceioenses, alagoanos, brasileiros e além, o *software* da *teia*, para as modalidades de ensino presencial, à distância e híbrido, como incentivo à abordagem psicopedagógico-tecnológica e suporte pedagógico real na era da educação virtual (COLL; MONEREO, 2010). Acredita-se, até lá, os recursos da Web 3.0 estarão disponíveis a todos, como ocorre já há algum tempo com a Web 2.0. Assim acontecendo, ou se utilizará a própria Web 3.0 para um aprimoramento/*upgrade* da *teia* (semelhante ao uso da Web 2.0 que a *teia* atual faz), ou um *software* independente com características de *softbot*<sup>35</sup>, ou uma terceira e ainda não prevista alternativa, que poderá surgir das novidades tecnológicas vindouras, mas já latentes.

---

<sup>35</sup> Acrônimo de *software* e robô, ou seja, um suporte/assistente lógico inteligente programável, o qual na *teia* poderá avaliar o *Big Data* do estudante e oferecer sugestões ao docente de como avaliar seus educandos, os conceitos ainda não aprendidos por eles, seus pontos fortes, enfim, o *software* economizaria tempo para o docente ao lhe dar um panorama preciso a respeito dos percursos de cada aprendiz, auxiliando o educador em seus ajustes no processo ensino-aprendizagem-avaliação que objetivam a personalização.

## Referências

ABRANTES, Paulo. A avaliação das aprendizagens no ensino básico. **ABRANTES, P.; ARAÚJO, F. (Coords.). Avaliação das aprendizagens, das concepções às práticas. Lisboa: DEB ME**, p. 8-15, 2002.

AGUADED, Ignacio; BALTAZAR, Neusa. Weblogs como recurso tecnológico numa nova educação: **Revista de Recensões de Comunicação e Cultura**, Aveiro, Ano 3 v.4, 2005. Disponível em: <<http://bocc.ubi.pt/pag/baltazar-neusa-aguaded-ignacio-weblogs-educacao.pdf>>. Acesso em: 12 Jan. 2015.

ARAÚJO, L. de F. de e LUCENA, A. M de. Promovendo Estratégias Metacognitivas na sala de aula de Matemática. In: XII ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2016, São Paulo. **Anais...** Disponível em: <<http://www.sbembrasil.org.br/sbembrasil/index.php/anais/enem>>. Acesso em: Jan. 2017.

AZZATO, Mariella; RODRÍGUEZ ILLERA, José Luis. La estructuración multimedia de mensajes instructivos y la comprensión de libros electrónicos: una experiencia con la asignatura Pedagogía de la formación a distancia de la Universidad de Barcelona. **Argos**, v. 23, n. 45, p. 25-46, 2006.

BACICH, Lilian; NETO, Adolfo Tanzi; DE MELLO TREVISANI, Fernando. **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Penso Editora, 2015.

BORBA, M. de C.; SCUCUGLIA, R.; GADANIDIS, G. Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática. **São Paulo: Autêntica**, 2014.

BORGES, Hermínio; SANTANA, Rogério. Fundamentos Epistemológicos da Teoria de Fedathi no Ensino da Matemática. **Encontro de Pesquisa Educacional do Nordeste: Educação, Desenvolvimento Humano e Cidadania. São Luís (MA), Vol. Único, Anais do XV EPENN**, 2001.

BURIASCO, Regina Luzia Corio; FERREIRA, Pamela Emanuelli Alves; CIANI, Andréia Büttner. Avaliação como prática de investigação (alguns apontamentos). **Boletim de Educação Matemática**, v. 22, n. 33, p. 69-95, 2009. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/2912/291221900005.pdf>> Acesso em 07 Jul. 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. **Decreto Federal nº 5.622, de 20.12.2005**. Regulamenta o art.80 da Lei nº 9.394, de 20 dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2004-2006/2005/decreto/d5622.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2005/decreto/d5622.htm)>. Acesso em: 01 Jun. 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Proposta preliminar. Segunda versão, revista, 2016. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/documentos/bncc-2versao.revista.pdf>>. Acesso em: Jan. 2017.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. “**Referenciais de Qualidade para Educação Superior a Distância**”. 2007. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/legislacao/refead1.pdf>> Acesso em: fev. 2015.

BRITO, Márcia Regina Ferreira de. Psicologia da educação matemática: um ponto de vista. **Educ. rev.**, Curitiba, n. 51, p. 29-45, 2011. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-40602011000400003&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-40602011000400003&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 17 Jun. 2015.

COLL, César; MONEREO, Carles. **Psicologia da Educação Virtual: Aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação**. Artmed Editora, 2010.

CRUZ, Fátima. CAVALCANTE, Patrícia Smith. Avaliação da Aprendizagem: anúncios e práticas nas abordagens conservadora e transformadora no ensino presencial e no ensino mediado pelas tecnologias in Avaliando a Avaliação: velhas e novas questões. **Revista de Educação ANEC**, ano 37, jul/set. de 2008.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. **Educação Matemática: da teoria à prática**. Papirus Editora, 1996.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. Por que se ensina Matemática. **Disciplina à distância, oferecida pela SBEM**. <http://www.ciadaescola.com.br/eventos/reuniao2004/natureza/pos/por-que-seensina-matematica.pdf>, 2013.

DARSIE, Marta Maria Pontin. Avaliação e aprendizagem. **Cadernos de Pesquisa**, n. 99, p. 47-59, 2013. Disponível em: <<http://publicacoes.fcc.org.br/ojs/index.php/cp/article/view/785/797>>. Acesso: ago. 2015.

DAVIES, Paul. **God and the new physics**. Simon and Schuster, 1984.

DESPRESBITERIS, Léa. **O Desafio da Avaliação da Aprendizagem: dos fundamentos a uma proposta inovadora**. São Paulo: EPU, 1989.

DOS SANTOS, Renato Pires; LEMES, Isadora Luiz. Aprender-com-Big-Data no Ensino de Ciências. **Acta Scientiae**, v. 16, n. 4, 2014.

DOUADY, Régine. Jeux de cadres et dialectique outil-objet. **Recherches en didactique des mathématiques**, v. 7, n. 0, p. 2, 1986.

DOUADY, Régine. Repères – IREM. N° 6 – Janvier 1992.

DUVAL, R. **Registros de representações semiótica e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática**. In: Aprendizagem em matemática: registros de representação semiótica. Organização de Silvia Dias Alcântara Machado, p. 11-33. Campinas, São Paulo: Papirus, 2003.

ESTEBAN, Maria Teresa (org). Avaliação no cotidiano escolar in **Avaliação Escolar: uma prática em busca de novos sentidos**. 5.<sup>a</sup> ed. Petrópolis DP & A, 2008.

GARCIA, Rosineide P. **Avaliação da aprendizagem na educação a distância na perspectiva comunicacional**. Cruz das Almas: UFRB, 2013.

GOMES, Luiz F. EaD no Brasil: Perspectivas e desafios. **Avaliação**. Campinas, v.18, n.1, p. 13-22, mar. 2013.

GUTIERREZ, S. S. O Fenômeno dos Weblogs: as possibilidades trazidas por uma Tecnologia de publicação na Internet. **Informática na Educação: teoria & prática**. Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 87-100, jan/jun, 2003.

FERRARO, Marcela Prieto, Álvarez, Helmut L., Peñalvo, Francisco J. G., Salvat, Begoña G. Metodología para diseñar la adaptación de la presentación de contenidos en sistemas hipermedia adaptativos basados en estilos de aprendizaje. **Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información**, v. 6, n. 2, 2005. Disponível em: <[http://campus.usal.es/~teoriaeducacion/rev\\_numero\\_06\\_2/n6\\_02\\_art\\_prieto\\_leighton\\_garcia\\_gros.htm](http://campus.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_06_2/n6_02_art_prieto_leighton_garcia_gros.htm)>. Acesso em: mar. 2017.

FIORENTINI, Dario; LORENZATO, Sergio. **Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos**. Autores Associados, 2006.

KOEDINGER, K. R. *et al.* New potentials for data-driven intelligent tutoring system development and optimization. **The AI Magazine**, v. 34, n. 3, p. 27-41, 2013.

LEITE, Carlinda. Um olhar curricular sobre a avaliação. In: LEITE, C. **Avaliar a avaliação**. Porto: Edições Asa, 2001.

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. Cortez, 1990.

SANTOS, Leonor. Avaliação das aprendizagens em Matemática. **Quadrante**, v. 12, n. 1, p. 3-5, 2003.

LEMOS, A. A arte da vida. Diários pessoais e *webcams* na Internet. **Revista de Comunicação e Linguagem**, Lisboa, 2002. Disponível em: <<http://www.portcom.intercom.org.br/pdfs/109986911192793762783072499970909167230.pdf>> Acesso em: 16 Fev. 2015.

LIMANA, Amir ; BRITO, M. R. F. **O modelo de avaliação dinâmica e o desenvolvimento de competências: Algumas considerações a respeito do ENADE..** In: José Dias Sobrinho; Dilvo Ristoff; Pedro Goergen. (Org.). Universidade e sociedade: Perspectivas internacionais.. 1ª ed. Sorocaba, SP: EDUNISO, v. , p. 189-214, 2008.

LIU, Ming-Jin et al. Biomechanical characteristics of hand coordination in grasping activities of daily living. **PloS one**, v. 11, n. 1, p. e0146193, 2016. Disponível em: <<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0146193>>. Acesso em: abr., 2016.

LUCCIO, F. D.; NICOLACI-DA-COSTA, A. M. Blogs: de diários pessoais a comunidades virtuais de escritores/leitores. **Psicol. cienc. prof.** [online]. 2010, vol.30, n.1, p. 132-145. ISSN 1414-9893. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1414-98932010000100010>> Acesso em: 15 Fev. 2015.

LUCKESI, Cipriano. **Avaliação da aprendizagem escolar**. São Paulo. Cortez, 2006.

LUCKESI, Cipriano C. **Avaliação da aprendizagem na escola: reelaborando conceitos e recriando a prática**. Salvador: Malabares Comunicação e Eventos, 2003.

LUCKESI, Cipriano Carlos. Avaliação educacional escolar: para além do autoritarismo. **Revista de Educação AEC**, v. 15, n. 60, p. 23-37, 1986.

LUNT, Ingrid. A prática da avaliação. **Vygotsky em foco: pressupostos e desdobramentos**, v. 6, p. 219-254, 1994.

LUZZI, Daniel. Angel. **O papel da educação a distância na mudança de paradigma educativo: da visão dicotômica ao continuum educativo**. 2007. 400 f. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-09102007-090908/pt-br.php>>. Acesso em 13 Fev. 2015.

MADAUS, George F.; STUFFLEBEAM, Daniel L.; SCRIVEN, Michael S. Program evaluation: a historical overview. In: MADAUS, G. F. *et al.* (Ed.). **Evaluation Models: viewpoints on educational and human services evaluation**. Boston: Kluwer-Nijhoff, 1993.

MAGINA, Sandra. A Teoria dos Campos Conceituais: contribuições da Psicologia para a prática docente. **Encontro Regional de Professores de Matemática**, v. 18, 2005. Disponível em: <[http://www.ime.unicamp.br/erpm2005/anais/conf/conf\\_01.pdf](http://www.ime.unicamp.br/erpm2005/anais/conf/conf_01.pdf)>. Acesso em: 01 Ago. 2015.

MARINHO, Paulo; LEITE, Carlinda; FERNANDES, Preciosa. A avaliação da aprendizagem: um ciclo vicioso de “testinite”. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 24, n. 55, p. 304-334, 2013.

MARINHO, Paulo; FERNANDES, Preciosa; LEITE, Carlinda. A avaliação da aprendizagem: da pluralidade de enunciações à dualidade de concepções. **Acta Scientiarum. Education**, v. 36, n. 1, p. 151-162, 2014.

MATSUMOTO, Ederson Monteiro. **Moodle: uma opção para orientar o estudo além da sala de aula presencial**. Maceió, 2015, 139 p. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática. UFAL.

MAYER, Richard. **Multimedia Learning**. Cambridge: Cambridge University press. 2001a.

MAYER, Richard. Cognitive Constraints on Multimedia Learning: When Presenting **More Material Results in Less Understanding**. *Journal of Educational Psychology*. Vol. 93, Nº 1, 187-198. 2001b.

MÉDIO, Ensino. orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. **Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**, 2002.

MEYER, Stephen C. **Darwin's doubt: The explosive origin of animal life and the case for intelligent design**. Harper Collins, 2013.

MOORE, Michael.; KEARSLEY, Greg. **Educação a distância: uma visão integrada**. São Paulo: Cengage learning, 2011.

NETO, José Augusto de Melo. **Tecnologia educacional: formação de professores no labirinto de ciberespaço**. Rio de Janeiro: MEMVAVMEM, 2007.

NORRIS, Nigel. **Understanding educational evaluation**. London: Kogan Page, 1993.

NUNES, Lina C.; VILARINHO, Lúcia G. Avaliação da aprendizagem na formação docente a distância: repensando a prática a partir das práticas. In: SILVA, Marco.; PESCE, Lucila.; ZUIN, Antônio. (orgs). **Educação online: cenário, formação e questões didático-metodológicas**. Rio de Janeiro: Wak Ed., 2010.

ONUCHIC, Lourdes De La Rosa; ALLEVATO, Norma Suely Gomes. Pesquisa em Resolução de Problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas. **Bolema-Mathematics Education Bulletin**, p. 73-98, 2011.

PEREIRA, A. **Ambientes Virtuais de Aprendizagem: em diferentes contextos**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda., 2007.

PERRENOUD, Philippe. Não mexam na minha avaliação! Para uma abordagem sistêmica da mudança pedagógica. ESTRELA, A.; NÓVOA, A. **Avaliações em educação: novas perspectivas**. Lisboa: Porto, 1993.

PIMENTEL, Edson Pinheiro; FRANÇA, Vilma Fernandes de; OMAR, Nizam. A caminho de um ambiente de avaliação e acompanhamento contínuo da aprendizagem em Programação de Computadores. In: **II Workshop de Educação em Computação e Informática do Estado de Minas Gerais (WEIMIG'2003)**. Poços de Caldas, MG, Brasil. 2003.

RABELO, Mauro L. **Análise Comparativa dos Processos de Avaliação Educacional em Larga Escala**. II Colóquio de Matemática da Região Centro-Oeste. Cuiabá, UFMT, 64 pp. 2011a.

RABELO, Mauro L. Avaliação em larga escala em perspectiva comparada: a experiência brasileira. **Actas do VIII Congresso Iberoamericano de Avaliação/Evaluación Psicológica. XV Conferência Internacional de Avaliação Psicológica: Formas e Contextos**. Lisboa: Universidade de Lisboa, p. 406-418. 2011b.

RABELO, Mauro L. **Avaliação Educacional: fundamentos, metodologia e aplicações no contexto brasileiro**. Rio de Janeiro: SBM, 2013.

RISSOLI, Vador Roberto Vilardi. **Uma proposta metodológica de acompanhamento personalizado para aprendizagem significativa apoiada por um assistente virtual de ensino inteligente**. 2007. 224 f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

ROBERT, Aline. Outils d'analyse des contenus mathématiques à enseigner au lycée et à l'université. **Recherches en didactique des mathématiques**, v. 18, n. 2, p. 139-189, 1998.

ROTH, Ariel A. **A ciência descobre Deus: evidências convincentes de que o Criador existe**. Casa Publicadora Brasileira, 2013.

SAKOWSKI, Patrícia Alessandra Morita; TÓVOLI, Marina Haddad. **Perspectivas da Complexidade para a Educação no Brasil**. Disponível em:

<[http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/4642/1/td\\_2107.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/4642/1/td_2107.pdf)>. Acesso em: dez. 2015. Brasília: Ipea, 2015.

SALJÖ, R. Learning as the use of tools: a social-cultural perspective on the human technology link. Em: K. Littleton e P. Light (Eds), **Learning with Computers: Analysing Productive Intervention** (p. 144-161). London: Routledge. 1999.

SARAIVA, K. **Educação a distância: outros tempos, outros espaços**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2010.

SILVA, Hendrickson Rogers Melo da. A assistência contínua ao estudante na Avaliação em Matemática em forma de teia. **Educação Matemática Pesquisa**. Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática. ISSN 1983-3156, v. 19, n. 1, p. 1-23, 2017. Disponível em: <<http://blogdoprofh.com/Produ%C3%A7%C3%A3o/4%C2%B0%20artigo.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2017.

\_\_\_\_\_, Hendrickson Rogers Melo da; COLODETE, Maria Fabris. **Avaliação em matemática em forma de rede, com tecnologia autoinstrucional on-line e off-line, presencial ou à distância**. 2015. 28f. Artigo (Pós-graduação em Educação Matemática), Escola Superior Aberta do Brasil (ESAB), Vila Velha, 2015.

\_\_\_\_\_, Hendrickson Rogers Melo da. A assistência contínua ao estudante na teia. **Educação Matemática em Revista–RS**, v. 2, n. 17, p. 35-49, 2016a. Disponível em: <[http://sbemrs.org/revista/index.php/2011\\_1/issue/view/16](http://sbemrs.org/revista/index.php/2011_1/issue/view/16)>. Acesso em: mar. 2017.

\_\_\_\_\_, Hendrickson Rogers Melo da; GUERRA, Ediel Azevedo. A Avaliação em Matemática em forma de Teia. **Educação Matemática em Revista**, v. 21, n. 52, p. 27-41, jul. 2016. Disponível em: <<http://www.sbem.com.br/revista/index.php/emr/issue/view/64/showToc>>. Acesso em: 9 Ago. 2016.

\_\_\_\_\_, Hendrickson Rogers Melo da. O uso do Blog como um Ambiente Virtual de Aprendizagem para o exercício da tutoria *online*. **Cadernos de Educação, Tecnologia e Sociedade**, v. 9, n. 2, p. 217-231, ago. 2016b. Disponível em: <<http://www.cadernosets.com.br/index.php/cadernosets/article/view/352>>. Acesso em: 31 Ago. 2016.

SILVA, Edinai et al. A influência das tecnologias no acesso a informação e na produção do conhecimento, 2010. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDANTES DE BIBLIOTECONOMIA, DOCUMENTAÇÃO, GESTÃO E CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 33., 2010, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: UFPB, 2010. Disponível em <<http://dci.ccsa.ufpb.br/enebd/index.php/enebd/article/view/177>>. Acesso em: 12 Jan. 2015.

SISTO, Fermino Fernandes; MARTINELLI, Selma de Cassia. **Afetividade e dificuldades de aprendizagem: uma abordagem psicopedagógica**. Vetor Editora, 2006.

SOARES, José M. et al. Instrumentação Tecnológica e Realimentação no Processo de Avaliação para o Ensino de Matemática na Universidade: um método baseado na Engenharia Didática. **Bolema**, Rio Claro (SP), Ano 22, nº 34, p. 131 a 152, 2009.

SOUZA, N. P. C. **Teoria da carga cognitiva**: origem, desenvolvimento e diretrizes aplicáveis ao processo ensino-aprendizagem. Belém, 2010. 173 p. Dissertação de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática. UFPA. Disponível em: <[http://www.researchgate.net/profile/Nelson\\_Souza/publication/262676606\\_Teoria\\_da\\_Carga\\_Cognitiva\\_Origem\\_Desenvolvimento\\_e\\_Aplicacoes/links/0deec53869db7e1ad0000000.pdf](http://www.researchgate.net/profile/Nelson_Souza/publication/262676606_Teoria_da_Carga_Cognitiva_Origem_Desenvolvimento_e_Aplicacoes/links/0deec53869db7e1ad0000000.pdf)>. Acesso em: 09 Ago. 2015.

STUFFLEBEAM, Daniel L.; MADDAUS, George F.; KELLAGHAN, Thomas. **Evaluation models: Viewpoints on educational and human services evaluation**. Springer Science & Business Media, 2000.

STUFFLEBEAM, Daniel L.; SHINKFIELD, Anthony J. **Systematic evaluation: A self-instructional guide to theory and practice**. Springer Science & Business Media, 2012.

SWELLER, John. Cognitive load during problem solving: Effects on learning. **Cognitive science**, v. 12, n. 2, p. 257-285, 1988.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e pesquisa**, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/0D/ep/v31n3/a09v31n3.pdf>. Acesso: 11 Nov. 2015.

VALADARES, J. GRAÇA, M. **Avaliando... para melhorar a aprendizagem**. Coimbra, PT: Editora Plátano, 1998 – Edições Técnicas.

VALENTE, Wagner Rodrigues. (Org.). **Avaliação em Matemática: História e perspectivas Atuais**. Campinas, SP: Papyrus, 2008. – Coleção Magistério: Formação e Trabalho Pedagógico.

VERGNAUD, Gerard. **A teoria dos Campos Conceituais** – Anais do primeiro Seminário Internacional de Educação Matemática do Rio de Janeiro – 1993. 18 p.

\_\_\_\_\_, Gerard. Education: the best part of Piaget's heritage. **Swiss Journal of Psychology**, 55(2/3): 112-118, 1996.

\_\_\_\_\_, G. **Epistemology and Psychology of Mathematics Education**, em NESHER & KILPATRICK Cognition and Practice, Cambridge Press, Cambridge, 1994.

\_\_\_\_\_, G. **Psicologia do desenvolvimento cognitivo e didática das matemáticas. Um exemplo**: as estruturas aditivas. In: *Análise Psicológica* 1 (V) P. 75-90. 1986.

\_\_\_\_\_, Gerard. **Quelques problèmes théoriques de la didactique a propos d'un exemple: les structures additives**. Atelier International d'Eté: Recherche en Didactique de la Physique. La Londe les Maures, França, 26 de junho a 13 de julho, 1983.

VIANNA, Heraldo Marelim. **Avaliação educacional**. São Paulo: Ibrasa; 2000.

VIANNA, Heraldo Marelim. Avaliação educacional: uma perspectiva histórica. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 25, n. 60, p. 14-35, 2014.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. **Mind in society**: The development of higher psychological processes. Harvard university press, 1980.

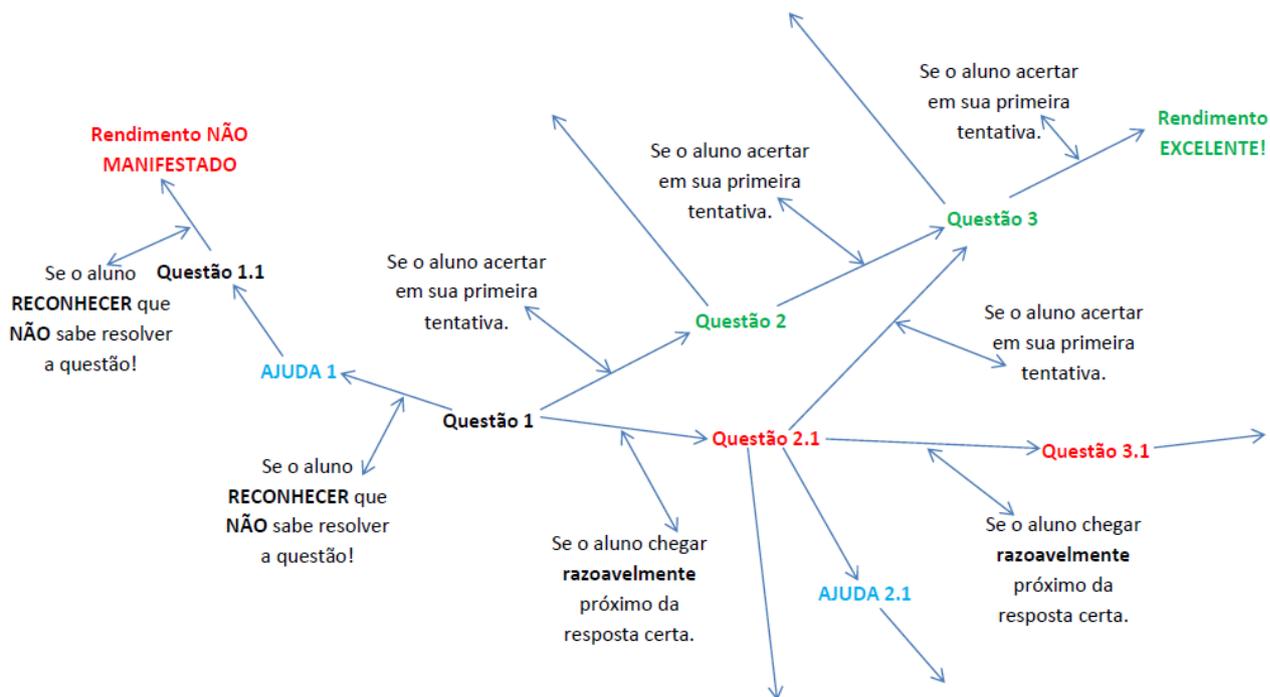
YUDELSON, Michael V.; KOEDINGER, Kenneth R.; GORDON, Geoffrey J. Individualized bayesian knowledge tracing models. In: **Artificial Intelligence in Education**. Springer Berlin Heidelberg, 2013. p. 171-180.

WILIAM. D. **Assessment for learning**: why, what and how? Institute of Education, University of London: London, WC1H 0AL, 2009.

WORTHEN, Blaine R.; SANDERS, James R. **Educational evaluation**: Alternative approaches and practical guidelines. New York, London: Longman, 1987.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa**: como ensinar. Trad. Ernani. F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.

## Apêndice A – Formato rizomático da estrutura não linear da *teia*





## Apêndice C – Uma capa da Sondagem Biopsicossociológica (primeira *teia*)



**Sondagem Biopsicossociológica e  
Matemática**

com o prof. Hendrickson Rogers

**Que negócio é esse??**

E ai, beleza?! Fica tranquilo(a), pois, apesar do "palavrão" que está no título deste questionário, meu objetivo com as perguntas que logo irão aparecer aqui pra você é criar uma imagem prévia, razoavelmente precisa sobre meu aluno/minha aluna! Em outras palavras, suas respostas me trarão uma ideia sobre seu conteúdo, sobre sua personalidade, sobre sua família, sobre suas crenças, medos, traumas, alegrias e sobre seus desafios com a Matemática! Com base nisso, tentarei encontrar métodos personalizados para ensinar matemática pra você e lhe educar também. Bom, já "falei" demais, agora, com a palavra... VOCÊ! Um abraço e seja sincero em suas respostas, tá jóia? (Algumas questões só aceitam uma resposta. Já em outras, você DEVE marcar todas as opções que julgar necessário; fique atento/atenta!)

[Continuar »](#)

4% concluído

**Apêndice D – TCLE****Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)****(via do pesquisado)**

Eu, \_\_\_\_\_, estou ciente de que os dados gerados pelos questionários *online* respondidos por mim (*teias*), estarão sendo analisados pelo professor-pesquisador Hendrickson Rogers Melo da Silva (tel. 82 99690-6390). Eu autorizo a análise e publicação desses dados quando necessário, mas também sei que a minha identidade será preservada no anonimato durante todo o processo da pesquisa e sua publicação.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do estudante ou de seu responsável

Maceió/AL, \_\_\_\_/\_\_\_\_/2016.

**Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)****(via do pesquisador)**

Eu, \_\_\_\_\_, estou ciente de que os dados gerados pelos questionários *online* respondidos por mim (*teias*), estarão sendo analisados pelo professor-pesquisador Hendrickson Rogers Melo da Silva (tel. 82 99690-6390). Eu autorizo a análise e publicação desses dados quando necessário, mas também sei que a minha identidade será preservada no anonimato durante todo o processo da pesquisa e sua publicação.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do estudante ou de seu responsável

Maceió/AL, \_\_\_\_/\_\_\_\_/2016.

### Apêndice E – Transcrição das respostas do estudante A na Sondagem

Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4	Questão 5
Meus pais são vivos e bem casados até hoje., Moro com meus pais., Tenho menos de 20 anos.	Sempre gostei de Matemática., Sou muito tímido(a)., Esta é minha primeira graduação., Pratico exercícios físicos quase diariamente ou diariamente., Gosto de Deus.	Sim, principalmente de ação., Sim, principalmente de romance., Sim, principalmente de terror., Sim, principalmente de ficção científica., Sim, principalmente de comédia.	"Deus criou a vida e o universo, como a Bíblia afirma."	0,45 m e 1,20 m.
Questão 6	Questão 7	Questão 8	Questão 9	Questão 10
(50 ; 30).	1,5kg	A	Quando estavam quase acabando, veio uma e destruiu tudo.	R\$ 46,00

## Apêndice F – Transcrição das respostas do estudante B na Sondagem

Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4	Questão 5
São separados/divorciados., Moro com meus pais., Amo minha família apesar das imperfeições. Prefiro morar lá em casa!, Um tem mais "estudo" do que o outro.	Não tenho irmãos.	Sou dedicado(a) nos estudos., Gosto de Matemática., Quero ir para a UFAL e me formar numa área em que eu sempre sonhei!, Tenho alguns traumas..., NÃO sou de desistir fácil!, Me considero obediente!, Gosto de muitas amizades., Sou amigo/amiga de meus pais., Gosto de Deus., Me acho feio(a)., Gosto de ser honesto até nas pequenas coisas!, Me importo com o que Deus acha de mim!, NÃO tenho acesso fácil a internet.	R\$5,75	Sim, principalmente de comédia.
Questão 6	Questão 7	Questão 8	Questão 9	Questão 10
Nunca parei pra pensar nisso!	A	Tanto faz, pois gosto dos três tipos de questões!	(50 ; 30).	d) os ângulos;

### Apêndice G – Transcrição das respostas da estudante C na Sondagem

<b>Questão 1</b>	<b>Questão 2</b>	<b>Questão 3</b>	<b>Questão 4</b>	<b>Assistência na Questão 4</b>
Me educam com dedicação., Sabem conversar comigo e têm paciência., Aqueles com quem moro são bons exemplos pra mim., Eles têm o Ensino Fundamental ou Médio incompleto.	Amo meus irmãos/irmão/irmãs/irmã., Meu irmão/minha irmã é exemplar pra mim!	Detesto Matemática!, Quero trabalhar e ganhar meu dinheiro ainda este ano!, NÃO sou de desistir fácil!, Sou amigo/amiga de meus pais., Gosto de Deus., Me acho bonito(a)!, Tenho 16 anos., Tenho acesso fácil a internet (em casa ou noutro lugar).	R\$12,05	13
<b>Questão 5</b>	<b>Questão 6</b>	<b>Questão 7</b>	<b>Questão 8</b>	<b>Questão 9</b>
Raramente eu assisto a um filme.	Deus criou a vida e o universo, como a Bíblia afirma.	c	Senti dificuldade em todas as questões, mas quero me esforçar para aumentar minha capacidade. 0,45 m e 1,20 m.	0,45 m e 1,20 m.
<b>Questão 10</b>				
40 pães em cada cesta				

Apêndice H – Tabela TRI da *teia* sobre Sistemas Lineares do estudante B

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Diferença
Questão 1	0,02	0,02	0,02	0,05	0,07	0,02	0,2	0,2	0,2	0,2	1
Questão 2											
Questão 3											
Questão 4											
Questão 5											
Questão 6											
Questão 7											
Questão 8											
Questão 9											
Questão 10											
<b>Nota</b>											
Questões Ideais											
Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Nota 1	
		1				1				1,9	
Questões secundárias											
Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Nota 2	
		1		1						1,46	
Questões secundárias											
								Estudante B		Nota Final	
										3,36	

Tabela TRI da Teia

## Anexo A – Autorização da IES

### SOLICITAÇÃO E AUTORIZAÇÃO

O professor Hendrickson Rogers Melo da Silva, funcionário desta instituição, solicita a permissão da mesma para a coleta de dados de seus estudantes, para a sua pesquisa, a qual faz parte de sua dissertação de mestrado no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Alagoas. A fonte de tais dados são as próprias atividades avaliativas respondidas pelos alunos, realizadas normalmente em sala de aula e no horário das aulas do professor. Os alunos também estarão cientes da pesquisa e poderão optar em participar ou não, sendo preservada sua identidade caso esteja disposto a participar.

Autorização da Instituição:

Centro Universitário Cesmac  
 Alexandre Alves P. da Silva  
 Prof. Me. Alexandre Alves Pereira da Silva  
 Coordenador do Curso de Engenharia Elétrica

Funcionário(a) responsável pela autorização:

Centro Universitário Cesmac  
 Alexandre Alves P. da Silva  
 Prof. Me. Alexandre Alves Pereira da Silva  
 Coordenador do Curso de Engenharia Elétrica

Cargo:

Coordenador do curso de engenharia elétrica

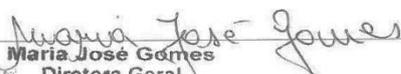
Maceió, 13/04/2016.

## Anexo B – Autorização da Escola Pública

### SOLICITAÇÃO E AUTORIZAÇÃO

O professor Hendrickson Rogers Melo da Silva, funcionário desta instituição, solicita a permissão da mesma para a coleta de dados de seus estudantes, para a sua pesquisa, a qual faz parte de sua dissertação de mestrado no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Alagoas. A fonte de tais dados são as próprias atividades avaliativas respondidas pelos alunos, realizadas normalmente em sala de aula e no horário das aulas do professor. Os alunos também estarão cientes da pesquisa e poderão optar em participar ou não, sendo preservada sua identidade caso esteja disposto a participar.

Autorização da Instituição:

  
**Maria José Gomes**  
Diretora Geral  
Port. SEDUC 975/2016  
Mat. 67.865-1



Funcionário(a) responsável pela autorização:

---

Cargo:

---

Maceió, 5 / 4 /2016.