

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
PUC-SP**

ARMÊNIO LANNES XAVIER NETO

**GENÊSE INSTRUMENTAL DE RABARDEL:
ESTADO DA ARTE**

**São Paulo
2013**

ARMÊNIO LANNES XAVIER NETO

GÊNESE INSTRUMENTAL DE RABARDEL:
ESTADO DA ARTE

Monografia apresentada à Pontifícia
Universidade Católica de São Paulo como
exigência parcial para obtenção do título
de ESPECIALISTA EM EDUCAÇÃO
MATEMÁTICA sob orientação da Prof^a
Dr^a Maria José Ferreira da Silva

PUC – SP
2013

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta Monografia por processos de fotocopiadoras ou eletrônicos.

Assinatura _____ Local e Data

"Desconfiai dos que tudo aceitam, explicam e compreendem.
A incompreensão é um dos ingredientes da inteligência."
Ledo Ivo

DEDICATÓRIA

Ao meu filho **Gonçalo**, minha esposa **Sônia** e a meus pais **Conceição e Moacir**, pelo seu amor e pelo apoio constante.
In memoriam aos meus sogros **Lydia e Walter** que sempre acreditaram em nós todos.

AGRADECIMENTOS

A Professora Doutora **Maria José Ferreira da Silva**, pelo trabalho de orientação, o permanente apoio e confiança.

Ao Professor Doutor **Saddo Ag Almouloud**, pelas sugestões e contribuições da monografia.

Aos Professores do Curso de Especialização em Educação Matemática: **Maria José Ferreira da Silva, Saddo Ag Almouloud, Sandra Magina, Otávio Melo, Fumikazo Saito, Celso Campos e Renata Rossini** pela aprendizagem e convivência.

Aos colegas de curso **Antonio, Assis, Eduardo, Fabio, Monique, Rodolfo e Vagner** pela amizade e companheirismo.

A **Sônia Lopes Rezende de Melo** pela grande ajuda na correção.

In memoriam a **Valeria Gomes Veloso**, amiga, cientista e professora da UNIRIO-RJ cuja admiração me inspirou na conclusão deste trabalho.

Agradecimento especial com muito carinho aos amigos **Raquel Veloso Absalão, Victor Veloso Absalão e Ricardo Absalão**.

Aos meus grandes amigos, **Beat Meier, Beat Schindler, Carolina Mendonça, Christian Reese, Diógenes Dias, Dulceval Andrade, Fabio Schindler, Karen Rozada, Júlia e Alexandre Hannud, Larissa Fritz, Meire Marion, Nicole e Vinícius Mamede, Orlando Nascimento, Roberta Hesse, Rogério Jorge, Rômulo Brotto, Rosa Zambelli, Ruth Vogelsang, Samuel Francisco, Victoriano Fernandez e Walter Drittembass** por estarem sempre ao meu lado.

RESUMO

O objetivo principal desta monografia é de oferecer um levantamento de artigos, dissertações e teses produzidos por diferentes Universidades ou publicados em revistas de divulgação científica tendo como foco a teoria da Gênese Instrumental proposta por Rabardel. A pergunta investigativa do trabalho é: Como as pesquisas envolvendo a Gênese instrumental de Rabardel têm explorado o ensino e a aprendizagem através de diferentes artefatos? A metodologia utilizada no trabalho foi uma pesquisa bibliográfica do tipo estado da arte. As conclusões do trabalho de investigação foram que o uso de diferentes artefatos possibilitou que sujeitos diversos pudessem construir seu processo de aprendizagem em Gênese Instrumental com algumas verificações de dificuldades nessa construção em que o artefato escolhido foi um *Software* de cálculos avançados de matemática.

Palavras-Chave: Análise Instrumental. Estado da Arte. Ensino e Aprendizagem.

ABSTRACT

The main objective of this essay is to provide a survey of articles, dissertations and theses produced by different Universities or published in scientific magazines trying to focus on the theory proposed by Genesis Instrumental Rabardel. The research question of this study is: How research involving Genesis instrumental Rabardel has explored teaching and learning through different artifacts. The methodology used in the study was a literature-type state of the art. The conclusion of the research work was the use of different artifacts enabled many individuals could build their learning process in Genesis Instrumental checks with some difficulties in this construction in which the artifact was a chosen software advanced math calculations.

Keywords: Instrumental Analysis. State-of-the-Art. Teaching and Learning.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	7
1. PROBLEMÁTICA	9
1.1. JUSTIFICATIVA	9
1.2. QUESTÃO INVESTIGATIVA E OBJETIVOS	11
1.3. METODOLOGIA	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO: A GÊNESE INSTRUMENTAL	14
3. ANÁLISE DOS TRABALHOS	18
3.1. CRITÉRIOS DE ESCOLHA.....	18
3.2. CRITÉRIOS DE ANÁLISE.....	18
3.3. FICHAMENTO DOS TRABALHOS.....	18
3.4. ANÁLISE DOS DADOS.....	37
CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
REFERÊNCIAS	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Artefatos sujeitos, metodologia utilizadas e abordagem de ensino e aprendizagem.	38
---	----

INTRODUÇÃO

A escolha do tema para o desenvolvimento da monografia surgiu no decorrer do curso da disciplina de Tecnologias da Informação e Comunicação Aplicadas à Educação no curso de Especialização em Educação Matemática: Fundamentos Teóricos e Metodológicos da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP) ministrado pela professora Maria José Ferreira da Silva. Em determinado momento do curso foi abordada a teoria que trata da relação existente entre a tecnologia e o indivíduo e a relação existente entre o ensino e aprendizagem nesse ambiente. A partir de então, surgiu o interesse no tema e foi dado início a pesquisa de bibliografia específica. Em uma análise preliminar da bibliografia foi decidido que o foco do estudo a ser tratado na monografia será a Gênese Instrumental de Rabardel.

Por ser uma monografia de um curso de especialização, foi decidido organizar um trabalho de revisão bibliográfica que possibilite um trabalho futuro mais específico e com maior profundidade que poderá ser uma dissertação de mestrado, mas que também pudesse contribuir a outros pesquisadores interessados na temática proposta. Assim, a monografia tem como objetivo organizar os trabalhos acadêmicos que estão sendo produzidos tendo como ênfase a teoria da Gênese Instrumental.

O levantamento dessas informações terá como idéia central relatar estratégias utilizadas por outros pesquisadores, assim como apresentar de que maneira contribuíram para a obtenção de algum conhecimento.

Em relação a estrutura do trabalho, a seguir será descrita a problemática da Monografia onde a justificativa estará fundamentada, assim como a apresentação da questão de investigação, seus objetivos e a metodologia adotada.

Em seguida, um capítulo específico sobre a Gênese Instrumental apresentará a perspectiva teórica e sua importância.

A seguir, um capítulo denominado análises dos trabalhos selecionados apresenta os critérios para sua escolha e a referida análise, além do fichamento e a análise dos dados coletados.

Finalmente, as considerações finais, onde uma síntese das observações encontradas será apresentada e as possíveis respostas à questão de investigação.

1. PROBLEMÁTICA

A seguir será apresentada a justificativa da pesquisa a partir da importância do tema com base na literatura acadêmica pesquisada, a apresentação da questão de investigação e seus objetivos e a metodologia utilizada na pesquisa.

1.1 JUSTIFICATIVA

A importância da tecnologia, e de sua utilização por alunos e professores dentro do contexto do ensino e da aprendizagem, é a principal expectativa do estudo proposto e objeto da pergunta investigativa da monografia a ser elaborada.

Em sua abordagem, a teoria da Gênese Instrumental oferece elementos para esse entendimento. A elaboração de um estado da arte busca entender melhor o que está sendo produzido pela comunidade acadêmica. Em relação à tecnologia computacional, por exemplo, pode ser dito que:

a respeito da importância do uso de ambientes computacionais, ressaltamos que, segundo Trouche (2004 *apud* SALAZAR, 2009), o processo de aprendizagem de Matemática dentro de ambientes tecnológicos pode ser observado sob a abordagem instrumental de Rabardel. (SALAZAR, 2009, p. 79)

Porém, a Gênese Instrumental não se limita apenas ao ambiente computacional. Ela se torna ainda mais ampla, conforme pode ser observado no aprofundamento dos estudos.

A teoria da instrumentação de Rabardel, surgiu em trabalhos acadêmicos envolvendo a ergonomia cognitiva. A ergonomia

trata dos processos mentais tais como a percepção, a memória, o raciocínio e as respostas motoras, com relação às interações entre as pessoas e os outros componentes de um sistema". [...] se constituiu a partir do projeto de construir conhecimentos sobre o ser humano em atividade. (FALSON, 2007 *apud* JESUS, 2012)

Assim, o contexto a ser abordado no desenvolvimento desse trabalho está plenamente contemplado, na medida que possibilita estudar as interações entre o sujeito e outros processos que envolvem a aquisição de conhecimento.

A fim de ampliar a dimensão e a importância do tema envolvendo a tecnologia, Rabardel aborda duas questões fundamentais: o artefato e o instrumento.

Um artefato pode ser um meio material, como um martelo, uma enxada, ou um meio simbólico, como uma linguagem simbólica (linguagem algébrica, símbolos vetoriais, etc). O instrumento consiste do artefato acrescido de um ou vários esquemas de utilização desse artefato, esquemas esses construídos pelo sujeito. (RABARDEL 1995a *apud* BITTAR, 2011, p. 4)

Cabe salientar a importância da definição psicológica de instrumento elaborada por Rabardel, que aborda o conceito de “esquema”. Para a autora, um determinado instrumento só existe quando um determinado sujeito agrega este as suas atividades.

De uma maneira geral, a teoria da Gênese Instrumental pode ser entendida em alguns processos. Nesse sentido, dois trabalhos que reforçam a percepção e serão objeto de estudo complementar na monografia serão considerados: o artigo de Bittar intitulado “A abordagem instrumental para o estudo da integração da tecnologia na prática pedagógica do professor de matemática” e a tese de doutorado de Jesus “As construções geométricas e a Gênese instrumental: o caso da mediatriz”. Esses dois trabalhos tratam de artefatos diferentes, no caso de Bittar o artefato é o *software*, e no trabalho de Jesus, um conceito matemático, o de mediatriz, ambos em situações de ensino e aprendizagem.

Segundo a autora,

um artefato (por exemplo um *software*) torna-se instrumento para o professor, relativamente à sua prática pedagógica, quando ele o utiliza com seus alunos, em suas atividades de ensino. À medida que ele começa a desvendar o material, descobrir como ele funciona e elaborar situações de uso do *software*, o professor está agregando ao artefato esquemas de utilização e, então, o artefato é transformado, para esse professor, em instrumento. (BITTAR, 2011, p.4)

Sem utilizar um *software* como artefato, mas com uma outra abordagem da teoria de Rabardel, pode se observar com objetivo de se ter outra dimensão do que está delimitado na monografia, o trabalho de Jesus quando este coloca que:

é exatamente esse processo, gênese instrumental, de maior interesse de nossa investigação, ou seja, analisar com base nas ações do sujeito, como o artefato, objeto geométrico mediatrix, transforma-se em instrumento para resolver problemas matemáticos. (JESUS, 2012, p. 28).

Como mencionado anteriormente, o autor trabalhou em sua tese de doutorado, um artefato abstrato estudando como um grupo de professores construiu seus esquemas de utilização com um objeto matemático, no caso, o conceito de mediatrix.

Esses dois trabalhos mencionados anteriormente fornecem uma dimensão da importância da teoria abordada na monografia tendo como eixo principal a compreensão de como se dá o processo de elaboração do instrumento pelo sujeito. A abordagem instrumental estuda a diferença existente entre o artefato, o instrumento e processos que envolvem a transformação do artefato em instrumento. “Essa transformação é chamada de processo de Gênese Instrumental” Rabardel, (1995a *apud* SALAZAR, 2009, p.64).

A seguir, será apresentada a questão de investigação e os objetivos da pesquisa.

1.2 QUESTÃO INVESTIGATIVA E OBJETIVOS

Durante esses anos de prática docente a questão do conhecimento mediado por algum tipo de tecnologia, especialmente envolvendo *software* e *hardware* foi objeto de inquietação. O uso de tecnologia para o ensino e a aprendizagem nem sempre surtiu um efeito positivo em minha avaliação por diversas razões que desconhecia e de certa forma eram bastante subjetivas em minha análise.

Após leituras preliminares a respeito da teoria da Gênese Instrumental pude compreender melhor a problemática que envolve o artefato e o instrumento

e seus processos de instrumentação e de instrumentalização dentro deste contexto, e ainda ampliar a idéia de que a tecnologia possa ser vista não apenas como *softwares* e *hardwares* em um ambiente computacional.

Nesse sentido, o estado da arte envolvendo a temática considera a seguinte pergunta investigativa:

“Como as pesquisas envolvendo a Gênese instrumental de Rabardel têm explorado o ensino e a aprendizagem através de diferentes artefatos?”

O objetivo da pesquisa é organizar os trabalhos relacionados com a Gênese Instrumental apresentando-os de uma maneira sistematizada.

A seguir apresentamos a metodologia de pesquisa utilizada na monografia.

1.3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada no trabalho é uma pesquisa bibliográfica do tipo estado da arte, que acordo com Fiorentini e Lorenzato:

[...] busca inventariar, sistematizar e avaliar a produção científica numa determinada área (ou tema) de conhecimento, buscando identificar tendências e descrever o estado do conhecimento de uma área ou de um tema de estudo. (FIORENTINI E LORENZATO, 2006 *apud* AMORIM, 2012)

Esse tipo de pesquisa permite dar uma dimensão variada do que está sendo pesquisado e publicado na área acadêmica e tem por objetivo:

mapear e discutir uma certa produção acadêmica em diferentes campos do conhecimento, tentando responder que aspectos e dimensões vêm sendo destacados e privilegiados em diferentes épocas e lugares, de que formas e em que condições têm sido produzidas certas dissertações de mestrado, teses de doutorado, publicações em periódicos e comunicações em anais de congressos e de seminários. (FERREIRA, 2002)

Com relação aos procedimentos metodológicos, os dados coletados nas dissertações, teses e artigos, serão organizados, sistematizados e a partir de resenhas que serão elaboradas.

As informações necessárias para a coleta dos dados foram obtidas, principalmente, em revistas de divulgação científica, dissertações e teses pesquisadas em endereços eletrônicos das Universidades e em bibliotecas com o auxílio do portal eletrônico da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

2. REFERENCIAL TEÓRICO: A GÊNESE INSTRUMENTAL

O ponto de partida da teoria da Gênese instrumental passa pelo entendimento de que qualquer abordagem mediada por artefatos que envolvam tecnologia esteja voltada para a atividade humana, ou seja, das coisas em função do homem. De acordo com Rabardel (1995, p.59), “o homem ocupa uma posição central a partir da qual são pensadas as relações com as técnicas, com as máquinas e os sistemas”.

Como mencionamos na seção anterior, um artefato

pode ser um meio material, como um martelo, uma enxada, ou um meio simbólico, como uma linguagem simbólica (linguagem algébrica, símbolos vetoriais, etc). (RABARDEL 1995a *apud* BITTAR, 2011, p. 4)

Dando sequência a essa definição, é necessário entender a idéia de que os artefatos estão passíveis de serem alterados durante seu uso. Na mesma direção, Rabardel (1995, p. 60) afirma que “a cada artefato correspondem possibilidades de transformações dos objetos em atividade, que foram antecipados, deliberadamente e que são suscetíveis de se atualizar durante o uso”.

Portanto, a interação entre a máquina e o homem em atividade, pode dar a idéia de artefato como sendo,

um dispositivo de alarme de segurança; controlado por uma senha, que pode impedir a entrada de invasores de uma residência. Esse dispositivo só pode ser desacionado através de uma senha criada por quem adquiriu ou instalou aquele dispositivo. (SILVA, 2009, p. 58).

O instrumento é formado pelo artefato e pelos esquemas de utilização que são formados pelo sujeito e por outros sujeitos no processo de atividade humana. Rabardel partiu da teoria de Piaget para definir os esquemas de utilização como “o conjunto estruturado dos caracteres generalizáveis da ação que permitem repetir a mesma ação ou aplicá-la a novos conteúdos”

(RABARDEL, 1999, p.208). O autor os classifica em esquemas de uso, esquemas de ação instrumentada e esquemas de ação coletiva instrumentada.

Os esquemas de uso são relativos à tarefas consideradas secundárias. O sujeito desenvolve atividades do tipo secundárias quando aprende a utilizar um artefato, por exemplo, no caso de um *software* de computador, manipulando os menus, os comandos, ou ainda:

por exemplo: se um professor quer aprender a manipular o *software cabri-géometrie II plus* e a ele é passada a tarefa de desenhar um quadrado usando essa ferramenta, ele precisa inicialmente, desenvolver tarefas do tipo secundárias para então construir um quadrado. Durante o processo em que o professor aprende a utilizar o *software*, a atribuir funções aos botões que permitem desenhar pontos retas, semi-retas, retas perpendiculares, paralelas, etc, ele vai agregando seus esquemas de uso. Assim, o artefato é o *cabri-géometrie II plus* e o objeto da atividade do professor é aprender a usar o *software* para desenhar um quadrado (SILVA, 2009, p. 59).

Com relação aos esquemas de ação instrumentada pode-se dizer que estão ligados às tarefas principais que são orientadas para o objeto da atividade do sujeito e nesse caso o artefato é o meio de realização de sua tarefa.

Os esquemas de ação instrumentada são caracterizados pelas tarefas primárias. Eles são constituídos do que Vigostki chamava de “atos instrumentais para os quais existe a recomposição da atividade dirigida para o objetivo principal do sujeito devido à inserção do instrumento” (RABARDEL, 1995, p.114).

Aproveitando o exemplo anterior mencionado na definição de esquemas de uso, ou seja, desenhando um quadrado usando o *cabri-geométrie II plus*,

o professor utilizará os comandos que já conhece do *software* para executar a atividade. Tendo se familiarizado com o *cabri* o professor reúne um repertório de esquemas de uso aos conceitos matemáticos que lhe possibilitam representar um quadrado através do *software* e se envolve na tarefa de desenhar o quadrado no *cabri géometrie II plus*. (SILVA, 2009, p. 60).

A partir dessas duas definições de esquema de uso e de esquema de ação instrumentada, temos que

o caráter de esquema de uso ou de esquema de Ação instrumentada não se refere a uma propriedade do esquema, mas de seu estatuto na

atividade finalizada do sujeito. Um mesmo esquema pode então, de acordo com suas situações, ter um estatuto de esquema de uso ou de esquema de ação instrumentada. (RABARDEL, 1995, p.114).

Ainda segundo o autor, um mesmo esquema pode, de acordo com a circunstância, ter um estatuto de uso ou de esquema de ação instrumental, para definir o esquema de ação instrumental coletivo.

“O autor afirma que, com base nesses esquemas, surgem os esquemas de atividade coletiva instrumental (E.A.C.I.), porque os sujeitos inseridos em uma atividade coletiva valem-se de esquemas de utilização, que apresentam a coordenação de ações individuais e a integração de seus resultados para atender aos objetivos comuns. Portanto, o coletivo trabalha com um instrumento ou com uma mesma classe de instrumentos. Nesse sentido, o autor sublinha que os esquemas de utilização possuem uma dimensão privada e outra social. (SALAZAR, 2012, p.73)

Esses níveis de atividades fazem parte do que RABARDEL (1995, p.135) denomina de Gênese Instrumental: “um processo que concerne ao mesmo tempo ao artefato e ao sujeito”. Segundo o autor, cada sujeito desenvolve uma Gênese instrumental de acordo com os instrumentos que elege para o desenvolvimento de suas atividades. Na gênese instrumental temos dois processos que se distinguem pela orientação da atividade do sujeito: a instrumentalização e a instrumentação.

“[...] no processo de instrumentação a orientação é voltada pelo próprio sujeito, enquanto que no processo de instrumentalização, ele está orientado para a componente artefato do instrumento” (RABARDEL, 1995, p. 138).

Portanto, podemos afirmar que o sujeito está instrumentalizado quando ele sabe utilizar um artefato e instrumentado quando consegue desenvolver tarefas utilizando-se daquele artefato.

Quando um sujeito, inserido em um contexto de desenvolvimento de atividades coletivas,

partilha de um mesmo instrumento ou trabalha com uma mesma classe de instrumento colocando em cena esquemas de uso e esquemas de ação instrumentada para alcançar seus objetivos, a atividade situa-se em um terceiro nível de esquemas: os esquemas de atividade coletiva instrumentada. (RABARDEL, 1995, p. 115 *apud* SILVA, 2009).

Os três tipos de esquemas de utilização de instrumentos estão, por outro lado, construídos em uma relação de dependência mútua pois podem surgir ou ainda se recompor ou mesmo evoluir entre si. Nesse sentido,

[...] estão em uma relação de dependência mútua: a partir dos esquemas de uso e de esquemas de ação instrumentada podem emergir, se recompor e se generalizar os esquemas de ação coletiva instrumentada. Inversamente os esquemas de ação coletiva instrumentada são uma fonte da qual os esquemas de Ação instrumentada e os esquemas de uso podem se desenvolver, evoluir, se recompor, etc. (RABARDEL, 1995, p.115)

O sujeito não recebe um instrumento pronto para ser utilizado em sua atividade. Inicialmente, o artefato passa pelo processo de Gênese instrumental que está relacionado ao mesmo tempo, ao artefato e ao sujeito.

Nesse processo, enquanto o sujeito aprende a utilizar o artefato, determina funções a ele e o insere em sua atividade para atingir um determinado objetivo, o artefato evolui para a condição de instrumento da atividade do sujeito.

Nessa passagem de artefato para instrumento, o sujeito vai agregando ao artefato seus esquemas de utilização (esquemas de uso, de Ação instrumentada e esquemas de atividade coletiva instrumentada). Ao ser articulado aos esquemas de utilização o artefato evolui para a condição de instrumento da atividade do sujeito. (SILVA, 2009, p. 62).

Em função das definições anteriores, é possível ter uma dimensão do processo de Gênese Instrumental e a importância que o artefato representa na sua concepção de transformação em instrumento.

A seguir serão apresentados critérios para a escolha dos trabalhos selecionados na monografia, assim como os critérios para sua escolha e análise. Em seguida, serão apresentados os fichamentos com uma resenha de cada trabalho tendo como eixo de análise o artefato selecionado e sua relação com o ensino e aprendizagem.

3. ANÁLISE DOS TRABALHOS

Nesta seção do trabalho, estão apresentados os critérios para a escolha e análise dos trabalhos que foram selecionados, assim como, os fichamentos e a análise geral dos dados.

3.1 CRITÉRIOS DE ESCOLHA

Os critérios fundamentais para a escolha dos trabalhos selecionados foram que possuíssem uma referência ao ensino e aprendizagem de um determinado artefato envolvendo diferentes sujeitos, ou seja, alunos ou professores em diferentes ambientes de trabalho contemplando o processo de Gênese Instrumental.

3.2 CRITÉRIOS DE ANÁLISE

Os critérios utilizados na análise dos trabalhos selecionados foram a escolha do artefato utilizado, os sujeitos envolvidos na pesquisa e o metodologia de pesquisa empregada.

3.3 FICHAMENTO DOS TRABALHOS

Trabalho 1: Tese - As construções Geométricas e a Gênese Instrumental: o caso da mediatriz. (2012)

Autor(a): Gilson Bispo de Jesus

Artefato: Conceito de Mediatriz

Sujeito pesquisado: Professores

Metodologia de pesquisa empregada: Estudo de caso

Resenha

Conforme aponta Jesus (2012), em níveis nacionais e internacionais referente a pesquisas que abordam o processo de Gênese Instrumental, não há registros de trabalhos tomando como referencia um artefato abstrato. O que chama a atenção no trabalho de Jesus (2012) é exatamente o fato de que o conceito de mediatriz foi definido como o artefato.

A tese foi uma continuidade do trabalho de dissertação que tratou da mediatriz mas sem ênfase na Gênese instrumental. Se propôs a pesquisa em analisar com base nas ações de dois professores elegidos então como sujeitos, como o artefato mediatriz transforma-se em instrumento na resolução de problemas geométricos. A metodologia utilizada no trabalho foi o estudo de caso em uma abordagem qualitativa.

A perguntas de investigação da tese foram: de que modo acontece a Gênese instrumental quando o sujeito interage com esse objeto matemático na resolução de problemas geométricos? e, como a inserção do objeto matemático mediatriz interfere no processo de aprendizagem de conteúdos geométricos por parte do sujeito?

Em relação a argumentação teórica, cabe apontar que o autor situou a abordagem da teoria da instrumentação para analisar como os dois professores interagiram com o artefato mediatriz, como se apropriaram de suas formas de uso, de propriedades, de definições, etc., sobretudo, como menciona Jesus (2012), como esse artefato, aliado a seus esquemas de utilização foi transformado em instrumento.

O autor ratifica com base em Artigue (2002) que compreender a Gênese instrumental supõe considerar várias articulações: entre os esquemas sociais e os esquemas individuais que o sujeito mobiliza, entre os dois tipos de esquemas de utilização, entre dois componentes de instrumentalização, entre o que o artefato foi designado para fazer e que ele permite fazer. Assim, apoiado nessas articulações, Jesus (2012) aponta que a abordagem é essencialmente dialética.

Diversos blocos de atividades em sequência foram realizados no sentido de observar a Gênese instrumental dos dois professores. Em relação as suas ações, o autor afirma que ela ocorreu a medida em foram avançando na organização didática já que foram vislumbrados a construção de novos

instrumentos, quando os professores mobilizavam ou ainda construíaam seus esquemas de utilização (esquemas de uso, esquemas de ação instrumentada e esquemas de ação coletiva instrumentada) ao elaborarem novas técnicas para resolver as tarefas, a mediatriz funcionava como um meio de ação na solução das mesmas. Logo, cada um dos professores elaborou um instrumento mediatriz.

A pesquisa avalia que a teoria da instrumentação foi pertinente para o estudo proposto, pois, através dela pode-se perceber as ações dos professores quando resolviam as tarefas de construções geométricas utilizando a mediatriz, ou seja, constatou-se a Gênese instrumental desse objeto matemático em suas duas orientações: instrumentação e instrumentalização.

Trabalho 2: Tese – Gênese Instrumental na interação com *Cabri 3D*: um estudo de Transformações Geométricas no Espaço Salazar. (2009)

Autor(a): Jesus Victoria Flores Salazar

Artefato: Software Cabri 3D

Sujeito pesquisado: Alunos de classes do ensino médio

Metodologia de pesquisa empregada: Engenharia Didática de Artigue (1988)

Resenha

O contexto da discussão do trabalho de Salazar (2009) está no fato de que a construção de uma figura em ambiente de geometria dinâmica (GD) é diferente de quando se utiliza papel e lápis. Quando utilizado o ambiente em GD, a construção é consequência de um processo no qual se deve utilizar a definição explícita do objeto geométrico com suas propriedades matemáticas. O ambiente em GD conforme aponta a autora, incentiva o espírito de investigação matemática através de sua interface interativa, aberta e a experimentação. O Cabri 3D permite representar figuras espaciais e por essas questões foi selecionado como o artefato da pesquisa.

A autora observou também, uma lacuna considerável a respeito de pesquisas referentes às transformações geométricas no espaço e entende que isso se deve ao fato da dificuldade de representar figuras de geometria espacial

no plano bidimensional selecionando assim alunos de classes do ensino médio como sujeitos.

O trabalho teve duas perguntas fundamentais: “De que maneira os estudantes apropriam-se das ferramentas e/ou recursos do *Cabri 3D* na aprendizagem de transformações no espaço” e, “Como a integração do *Cabri 3D* interfere na aprendizagem dessas transformações”.

Além da abordagem instrumental de Rabardel (1995a) por meio do modelo de situações de atividades instrumentais (SAI), a autora utilizou e a teoria de representação semiótica de Duval (1995) como referenciais teóricos. O trabalho utilizou aspectos da Engenharia Didática de Artigue (1998) para orientar a pesquisa como metodologia de pesquisa.

A autora considerou que no trabalho, a abordagem instrumental foi pertinente para o estudo proposto pois através dela foi possível observar e analisar de maneira detalhada as ações dos estudantes quando interagiram com o ambiente de geometria dinâmica *cabri 3D*, ou seja, observou-se como o processo de Gênese instrumental dos alunos (transformação de artefato em instrumento) em suas duas dimensões: instrumentação e instrumentalização. Assim, de maneira bem definida, o trabalho define como sujeito o grupo de alunos (S), como instrumento (I) os conteúdos matemáticos, ferramentas e/ou recursos do *cabri 3D* e como objeto (O), a construção final solicitada em cada atividade.

Salazar (2009) acredita que a pesquisa foi uma contribuição para o estudo das transformações geométricas no espaço na interação com o *Cabri 3D* (ou em outro ambiente de GD) e que este pode ser introduzido de maneira intuitiva no ensino médio.

Trabalho 3: Tese – Análise Instrumental de uma Maquete Tátil para a Aprendizagem de Probabilidade por Alunos Cegos. (2012)

Autor(a): Aida Carvalho Vita

Artefato: Maquete Tátil

Sujeito pesquisado: Alunos cegos

Metodologia de pesquisa empregada: Pesquisa semi estruturada

Resenha

O trabalho de Vita (2012) teve como objetivo a construção de uma maquete tátil para alunos cegos (com cegueira adquirida não congênita) utilizando o conceito da Gênese Instrumental. Portanto, a maquete foi o artefato escolhido pela autora para o trabalho.

A pesquisa conduzida pela autora em sua tese foi semi estruturada e consistiu de diversas fases cada qual com seu objetivo específico.

O objeto central da tese de Vita (2012) foram o desenvolvimento através da maquete tátil de conceitos básicos de probabilidade (cbP) por alunos cegos sendo estes os sujeitos envolvidos no mesmo.

A autora utilizou um modelo S.A.C.I (Modelo das Situações Coletivas Instrumentadas) da gênese instrumental definida por Rabardel, adaptada para o desenvolvimento de sua pesquisa já que a tese teve como pólos, o aluno cego (sujeito), a maquete tátil (instrumento), os cbP (objeto) e outros sujeitos que foram envolvidos no processo (pesquisador/especialista).

Cinco maquetes foram construídas até que a autora considerasse que as variáveis envolvidas no processo de pesquisa estivessem contempladas para sua eficaz análise com o conceito de *design* centrado no usuário (DCU). A pergunta investigativa do trabalho foi: qual a potencialidade de uma maquete tátil, planejada e construída para a aprendizagem de conceitos básicos de probabilidade por alunos cegos?

A análise instrumental foi desenvolvida maquete a maquete (a autora definiu-as como protótipos) como o objetivo de encontrar qual delas pudesse fornecer o objetivo estabelecido na pergunta investigativa. Assim, nas duas primeiras maquetes o trabalho teve como objetivo fundamental, encontrar o que a autora definiu como *design* inicial de seu tabuleiro. No terceiro protótipo novos artefatos foram introduzidos balizadas pela análise das duas anteriores e, em discussão com outros sujeitos (pesquisadores da área de probabilidade e de educação matemática), novas adequações foram então incorporadas. No quarto protótipo, os sujeitos tiveram contato com uma sequência de atividades básicas de probabilidade mas novas questões foram verificadas e sugeridas, e uma última maquete então construída.

A autora concluiu que ocorreu uma eficácia do material didático (Maquete Tátil) pois o mesmo funcionou como instrumento mediador, referindo-se a última maquete. Com relação a metodologia do *design* centrado no usuário foi plenamente possível desenvolver o artefato com a participação do sujeito. Entende a autora que a maquete tátil é um instrumento que possibilita que alunos cegos possam apropriarem-se e ampliarem seus entendimentos de cbP.

Trabalho 4: Dissertação – Influências da Informática Educativa na Prática Pedagógica do Professor de Matemática (2009)

Autor(a): Juliana Xavier Silva

Artefato: Computador

Sujeito pesquisado: Professores

Metodologia de pesquisa empregada: Pesquisa-ação

Resenha

O trabalho de Silva (2009) analisou as contribuições de um grupo de pesquisa para a prática pedagógica de três professores, sendo portanto os sujeitos do trabalho. A metodologia utilizada foi de pesquisa-ação que propõe aos participantes uma dinâmica de ação-reflexão-ação em torno do objetivo geral, isto é, o estudo e a discussão da inserção da tecnologia nas práticas pedagógicas. Os dados foram coletados de março de 2007 a outubro de 2008 através de entrevista semi-estruturada.

O trabalho buscou identificar mudanças ocorridas na prática do professor de matemática pela inserção direta do computador em suas aulas. Assim, o artefato escolhido no trabalho da autora foi o computador.

Silva (2009) não buscou com o trabalho comparar a prática do professor antes e depois de sua participação no grupo de trabalho mas identificar indícios de mudanças relatadas pelos professores, seja implicitamente ou explicitamente através de suas falas. Dentre essas mudanças, foram identificadas as influências que o grupo propiciou para as práticas dos docentes com relação à utilização do computador como ferramenta de ensino de matemática.

A hipótese defendida por Silva (2009) foi de que o processo de instrumentação do professor para o uso do computador em suas aulas compõem-se em uma fonte de motivação criadora de mudanças em sua prática docente.

Apos várias discussões dentro do grupo com relação ao planejamento do trabalho, os três professores escolheram participar do grupo de trabalho com o *Cabri-Géometrie*.

Silva (2009) conclui que a dinâmica de ação-reflexão-ação proposta pelo grupo de pesquisa incentivou os professores a refletirem sobre suas práticas de forma coletiva e a investigarem problemas que tinham significado para eles. Houve, assim, confirmação da hipótese relativa a instrumentação dos professores.

Trabalho 5: Artigo – A Abordagem Instrumental para o Estudo e a Integração da Tecnologia na Prática Pedagógica do Professor de Matemática. (2011)

Autor(a): Prof^a Dr^a Marilena Bittar

Artefato: Software

Sujeito pesquisado: Professores

Metodologia de pesquisa empregada: Pesquisa-ação

Resenha

O trabalho de Bittar (2011), utiliza como artefato um *software*, o SuperLogo e como sujeito da pesquisa, professores envolvidos em curso de formação. A metodologia de pesquisa utilizada foi pesquisa-ação.

A autora aponta para o fato do despreparo do professor de matemática acerca do uso de tecnologia em sala de aula. Devido a este fato, a tecnologia é usada como um instrumento extra que não está em sintonia com as ações do professor.

O trabalho preocupa-se em discutir o que a autora define como “processo de integração” da tecnologia pelo professor em sua prática pedagógica. Buscando referenciais teóricos para essa realidade, o trabalho aponta a noção de esquema de Vergnaud (1990;2009) segundo o qual um esquema sempre

comporta quatro elementos (antecipações dos objetivos, regras de ação, inferências e invariantes) e a Gênese instrumental de Rabardel.

O trabalho foi realizado dentro de um grupo de pesquisa com o objetivo de investigar a integração do professor que ensina matemática na educação básica. A coleta dos dados foi feita principalmente com as anotações dos participantes durante as reuniões do grupo e submetidas aos procedimentos da metodologia da pesquisa-ação, cabe salientar. Assim, o grupo foi composto por trinta pessoas e as reuniões foram ocorrendo no sentido de levar aos objetivos proposto em diversas fases.

O grupo de trabalho escolheu como artefato o *software* SuperLogo nas aulas de matemática após diversas reuniões em que foram debatidas as possibilidades diversas. Diversas possibilidades de utilização do programa foram então debatidas no grupo e o estudo de como foram construídos os esquemas para a teoria da instrumentação, observados.

A autora descreve situações bem definidas de quando alguns professores manifestaram perceber a diferença entre o trabalho que realizavam com a tecnologia e o que estavam passando a fazer com a participação do grupo de pesquisa, ou seja, na medida em que estavam vivenciando e desenvolvendo os diferentes esquemas. Um fato importante relativo a Gênese instrumental ocorreu quando do uso do SuperLogo, os participantes sentiram a necessidade de estudar alguns conceitos de geometria.

De fato, houveram mudanças de postura dos participantes da pesquisa com relação ao uso da tecnologia em sala de aula. A idéia de que o material deva ser utilizado nas aulas de matemática foi efetivamente uma realidade construída pelos participantes. As análises que foram realizadas mostraram que, de fato, a abordagem instrumental permitiu uma melhor compreensão de como o professor aprende e incorpora a tecnologia em sua prática pedagógica já que foi claramente observadas nos participantes a construção dos esquemas de uso e Ação instrumentada quando do trabalho com o superLogo. Nesse sentido, defende a autora que essa abordagem teórica pode também ser utilizada para investigar a aprendizagem dos alunos no ambiente da tecnologia.

Trabalho 6: Artigo – Referências teóricas da Didática Francesa visando o estudo de integrais múltiplas com auxílio do *software* Mapple. (2007)

Autor(a): Afonso Henriques, João Paulo Attie e Luíz Márcio Santos Farias

Artefato: *Software*

Sujeito pesquisado: Alunos do ensino superior

Metodologia de pesquisa empregada: Pesquisa-ação

Resenha

O artigo em questão é um recorte da tese em didática matemática de Henriques, A. (2006) que teve como objetivo compreender melhor as dificuldades encontradas pelos alunos com o cálculo de áreas e volumes por integrais múltiplas (IM), assim como, o estudo de como a utilização de um software de cálculos avançados como o Maple pudesse ajudar a superar dificuldades, favorecendo as interações entre representação gráfica (RG) e representação analítica (RA) de sólidos nos problemas de cálculo de volumes por IM envolvendo software de cálculos avançados (CAS).

No Brasil, as iniciativas de utilização do CAS vêm sendo realizadas especialmente nas últimas décadas por vários pesquisadores mas, segundo o autor, tratam-se de iniciativas isoladas já que a inclusão de novas tecnologias no ensino não está institucionalizada. Na França (a tese do autor compara em diversas variáveis das duas realidades de ensino), o contexto de ensino é similar ao brasileiro no que se refere a IM. Porém, o uso do Maple é reconhecido institucionalmente.

Os autores apoiaram-se na teoria da instrumentação para formular sua hipótese de trabalho. Especificamente a hipótese foi construída como sendo “para o aluno ser bem sucedido nesse ensino, utilizando o Maple, é necessária, além dos conhecimentos dos comandos pertinentes do *software* e de suas sintaxes, a aprendizagem de técnicas instrumentais específicas. Essa aprendizagem deve ocorrer na instituição onde vivem o objeto do saber em questão e o referido *software*”.

A pré-experimentação foi realizada no Brasil e tratou de uma primeira investigação acerca do ensino de IM e nas possíveis dificuldades encontradas pelos alunos durante o ensino. A investigação não foi feita e, é importante pontuar, com objetivos de obtenção de informações estatísticas sobre capacidades dos alunos, mas na perspectiva de uma observação local de suas práticas sobre o tema.

Nessa fase da pesquisa, trabalhou-se com um exemplo de cálculo de volumes por IM e buscou analisar as práticas dos alunos em duas etapas. Na primeira etapa observou-se suas práticas quando utilizavam o ambiente papel e lápis e, na segunda etapa, o ambiente computacional.

Mais adiante, os autores mencionam uma análise aprofundada de interrogações: se os alunos produzem sólidos no tratamento do tipo de exercício envolvendo IM e, se sim, como os produzem. Como os alunos fazem a escolha para resolução dos problemas, escolhendo uma integral tripla, dupla ou ainda, uma integral simples.

No que diz respeito às práticas dos alunos no ambiente computacional no Brasil, o trabalho constatou a ignorância dos mesmos em relação a utilização adequada das ferramentas do software. Assim, segundo os autores, faltam aos alunos conhecimentos do software para que este seja uma ferramenta de ajuda no trabalho de exercícios envolvendo IM.

Concluem os autores que, na gênese instrumental dos alunos, os esquemas de utilização correspondentes não estão ainda construídos, necessitando um forte trabalho institucional em torno do ensino de IM utilizando o Maple.

Trabalho 7: Artigo – O ambiente computacional na construção da diferença entre desenho e figura: o caso do deslocamento no *cabri-géometrie II Plus*. (2012)

Autor(a): L.M.S. Farias

Artefato: Software

Sujeito pesquisado: Alunos de escolas do ensino fundamental I e II.

Metodologia de pesquisa empregada: Pesquisa-ação

Resenha

A pesquisa de Farias (2012) foi feita em colaboração com o laboratório Leibniz (Laboratório da Universidade Joseph Fourier de Grenoble) e desenvolvida em escolas da educação básica, particularmente na transição entre o ensino fundamental I e II, tratando-se essencialmente de uma reflexão.

O autor preocupou-se em analisar o processo de Gênese instrumental no conceito de deslocamento existente no *software Cabri-Géometrie II*, desenvolvido em classes de dois colégios diferentes através de oito sessões de observação.

Segundo o autor, diversas pesquisas assinalam que os sistemas de representação do conhecimento matemático possuem caráter estático. Tal caráter muitas vezes dificulta a construção do significado, e o significante para a ser um conjunto de símbolos e palavras ou ainda, de desenhos a serem memorizados pelos alunos.

As novas tecnologias oferecem instâncias consideradas físicas em que a representação passa a ter um caráter dinâmico e isto acrescenta reflexos nos processos cognitivos, especialmente no que está relacionado a concretizações mentais.

No ambiente do *Cabri-Géometrie II*, as figuras por ele construídos podem ser modificadas a partir do deslocamento de seus elementos base e, principalmente, conservando as propriedades inicialmente atribuídas. Menciona o autor que Duval (1988) pontua que o desenho possui a faculdade de organizar graficamente dados formais e também realça as relações de caráter seqüencial entre os elementos gráficos e evidencia suas propriedades.

O deslocamento permite em uma construção geométrica, que o aprendiz possa se dar conta em distinguir as verdadeiras propriedades da figura e as falsas propriedades, ou seja, aquelas que não são aparentes no desenho dito estático e são invalidadas graças ao deslocamento. Na mesma direção, o deslocamento foi utilizado na reflexão do autor, para esclarecer as invariantes de uma figura e estabelecer conjecturas, assim que para invalidar uma falsa conjectura que pode resultar em uma má interpretação de um desenho estático.

Constatou o autor que a utilização do deslocamento no trabalho com as classes que o mesmo foi utilizado para validar uma construção presente nas ações dos estudantes durante essas sequências mas isso não significa que as mesmas tenham sido suficientes principalmente se forem levadas em consideração as dificuldades apresentadas pelos alunos durante todo o seu desenvolvimento. Houve, conforme podemos analisar, lacunas na construção dos esquemas primários dos alunos na utilização do *software*. Assim, conclui o autor, que outros trabalhos visando ajudar e contribuir no processo de instrumentalização do deslocamento podem contribuir para promover avanços mais significativos.

Trabalho 8: Artigo – A institucionalização do Soroban na escola e a Gênese Instrumental por aprendizes cegos. (2009)

Autor(a): Aida Carvalho Vita, Afonso Henriques, Irene Mauricio Cazorla

Artefato: Soroban

Sujeito pesquisado: Alunos cegos e Professores

Metodologia de pesquisa empregada: Estudo de caso

Resenha

O trabalho dos autores teve como objetivo compreender como o artefato Soroban pode se transformar em instrumento potencializando a aprendizagem de conhecimentos matemáticos por aprendizes cegos. O Soroban é uma espécie de ábaco japonês que significa “bandeja de cálculo” e é capaz de realizar diversos tipos de operações, tais como as operações básicas, extração de raízes, juros etc e emprega o sistema de numeração decimal atribuindo a cada haste do mesmo, uma potencia de dez.

Os autores utilizaram o *Modele des situations d'activités avec instrumental* (SAI) de Rabardel (1995) e Verillon (1996) que permite compreender as relações entre o sujeito e o objeto sobre o qual ele age. Assim, o sujeito do trabalho foi o deficiente visual, artefato foi o Soroban e o objeto matemático estudado, as operações fundamentais. Na relação {S-i} o trabalho desejou

conhecer como o deficiente visual lidou com o Soroban, em {I-O}, investigou como evidenciou-se o potencial do instrumento para a aprendizagem das operações fundamentais e na relação {S(i)-O}, foi investigado o envolvimento do deficiente visual (S), as quatro operações fundamentais (O) utilizando para tanto, o Soroban (I).

A investigação incluiu o uso do Soroban em escolas regulares, definidas como inclusivas no sul do estado da Bahia. Também incluiu o estudo, no ano de 2007, cursos de formação de professores de 27 municípios do mesmo estado. Cerca de 500 professores foram envolvidos no estudo.

Constatou o estudo que os alunos cegos quando trabalhando com operações de pequenas quantidades memorizaram as tabuadas e utilizaram o cálculo mental. Quando os cálculos envolveram grandes quantidades, os alunos utilizaram o Soroban. Em relação aos professores, foi constatado que a maioria desconhecia o Soroban e os que utilizavam o artefato o faziam reproduzindo algoritmos tradicionalmente ensinados na escola, sem explorar a potencialidade do mesmo.

Foi apresentado o estudo do modelo S.A.I. envolvendo uma aluna no município de Itabuna-BA que para resolver uma operação de multiplicação comprovando a instrumentalização.

Os autores consideram que o trabalho possa permitir o surgimento de reflexões acerca da institucionalização do Soroban na escola básica na direção real de uma escola inclusiva.

Trabalho 9: Artigo – *Learning Mathematics in a CAS environment: The Genesis of a Reflection about Instrumentation and the Dialectics between Technical and Conceptual Work.* (2001)

Autor(a): Michele Artigue

Artefato: Software

Sujeito pesquisado: Alunos

Metodologia de pesquisa empregada: Estudo de caso, Pesquisa-ação e Engenharia Didática

Resenha

O trabalho de Artigue (2001) trata-se fundamentalmente de uma reflexão sobre a complexidade da utilização de *softwares* de cálculos avançados (CAS). Essa reflexão passa pela exposição de dados existentes em diversas pesquisas mencionadas pela autora. Essas pesquisas citadas pela autora são fundamentalmente realizadas por pesquisadores franceses, como, Rennes e Montpellier (1993), Artigue (1997), Artigue & al. (1997), Guin & Delgoulet (1997) , Guin & Trouche (1999), de Lagrange (1999) , Trouche (1997 e 2000) e Defouad (2000) que foram pesquisas de âmbito nacional que tentavam compreender melhor a realidade do uso do CAS nos alunos do ensino médio.

Em relação ao referencial teórico, Artigue (2001) apoia-se uma perspectiva antropológica sobre os processos de instrumentação apoiada em Rabardel e Verillon (1995).

Com relação as pesquisas, cabem destaque na discussão, o trabalho de L. Trouche (1997 e 2000) em que este preocupa-se, principalmente, a respeito da contextualização da noção de limite em dois ambientes distintos: calculadoras gráficas e seguida calculadoras simbólicas. O autor foca sua atenção no conceito de limites do infinito discutindo a gênese instrumental nos dois tipos de calculadoras com os softwares eleitos como artefatos.

Conclui a autora após expor as ideias dos autores mencionados de que a compreensão da utilização de softwares CAS destinadas a aprender e a ensinar matemática requer uma profunda reflexão sobre o valor epistêmico das técnicas que propiciam ou não a instrumentação dos sujeitos envolvidos já que ficou constatado nos trabalhos apresentados a dificuldade dos estudantes do ensino médio francês em mobilizar esquemas para construir a gênese instrumental.

Trabalho 10: Artigo – Referencial Teórico Construtivista para Avaliação de Software Educativo. (2008)

Autor(a): Alex Sandro Gomes

Artefato: Software

Sujeito pesquisado: Professores

Metodologia de pesquisa empregada: Estudo de caso

Resenha

O artigo de Gomes (2008) apresenta, de uma maneira geral, um referencial teórico de base construtivista. Trata-se de um estudo de caso que analisa qualitativamente o impacto na aprendizagem que ocorre durante o uso de um *software* para o ensino de geometria. Assim, o sujeito do trabalho são alunos e o artefato um *software* específico, o *Cabri Géometrie*.

O autor aborda inicialmente o fato de que a literatura sobre *software* educativo tem, em geral, realizado diversas críticas a qualidade dos materiais que são produzidos pois, aparentemente, não atendem as expectativas dos profissionais de ensino. A aprendizagem é menor do que o esperado, essa é a realidade apontada. De outro lado, tais resultados são contraditórios com outras evidências que mostram em pesquisas que o uso de material concreto favorece a aprendizagem da Matemática. No estudo teórico realizado pelo autor relativo a construção dos conceitos matemáticos com uso de materiais, foi destacado por este que, em atividades distintas e utilizando diferentes materiais, durante essas sessões de resolução de problemas, muitos alunos representaram esses valores em tabelas. Assim, o uso da tabela teve um papel auxiliador no tratamento cognitivo da comunicação durante a atividade e um outro, no sentido de ajudar os mesmos em sua organização.

Entretanto, diferente dessa realidade, o *Cabri Géometrie* está inserido em um contexto institucional diferente. Segundo pesquisas abordadas pelo autor, o *cabri* é abordado como ferramenta no processo de ensino e é considerado como constituinte do meio didático favorecendo ao fato do computador realizar uma mediação específica dos saberes.

Especificamente ao objeto de estudo, o autor evidencia que o *cabri* mostrou que os deslocamentos e modificações realizadas nas figuras permitem o surgimento de conceitualizações suplementares, mais evidentes na compreensão, ao longo do tempo, das deformações de figuras.

O artigo elege alguns referenciais teóricos fundamentais para sua compreensão. Com relação aos modelos de esquemas mentais, utiliza o proposto por Vergnaud que permite descrever a organização das ações e identificar, através de inferências os elementos e a dinâmica dos esquemas mentais. A Gênese Instrumental é o outro referencial teórico existente no trabalho analisando as ações dos usuários com as interfaces como sendo ações instrumentais construindo a idéia de instrumento. O contexto do uso das interfaces educativas é analisado em duas partes, a primeira analisa a adaptação dos usuários à interface e é o processo de Gênese instrumental e a segunda parte, trata a aprendizagem que acontece o seu uso. Portanto, o artefato escolhido para a análise é realmente o software.

Em outra publicação considerada recente e feita pelo autor, este destaca que é possível avaliar a aprendizagem resultante da interação do usuário com uma interface.

Com relação ao estudo de caso, foram analisadas a resolução de problemas de Geometria com dois sistemas de instrumentos na relação (SI) diferentes: régua e compasso e o *software* de geometria dinâmica *Cabri Géometrie*. Foram acompanhadas as atividades de resolução de cinco duplas de alunos da 5ª série do ensino fundamental.

Os resultados discutiram e confrontaram a literatura. A pesquisa obtida da literatura sobre a aprendizagem de geometria com a utilização de *softwares* apontaram a existência de uma influência positiva relativa ao uso dos mesmos. Os resultados obtidos pela pesquisa refinaram aqueles encontrados na literatura sobre a aprendizagem de geometria. O trabalho concluiu que para cada conjunto de artefatos, os alunos puderam mobilizar propriedades distintas dos conceitos geométricos. Entendem o autor que o método apresentado pode ser utilizado na avaliação de interfaces educativas de uma forma geral e aponta que, no futuro, poderemos observar a aplicabilidade na construção de modelos de usuários, parte do processo de interface inteligentes.

Trabalho 11: Artigo – *Appropriating the use of Moo for collaborative learning*. (2008)

Autor(a): Teresa Cerratto Pargman, Yvonne Waern

Artefato: Software

Sujeito pesquisado: Professores

Metodologia de pesquisa empregada: Pesquisa semi estruturada

Resenha

Inicialmente cabe uma explicação inicial: o artefato escolhido neste trabalho foi um *software* conhecido como Moo que é a abreviação de *Mud Object-Oriented*, ou seja, um calabouço multi-usuário orientado ao objeto. Nesse caso, o Moo utilizado possui um suporte para aprendizado colaborativo, conhecido como CSCL (*computer support for collaborative learning*). Assim, o estudo teve como base o estudo de como este artefato *software* pode tornar-se um instrumento em que outros usuários também estão mediando essas atividades em questão. Tal ambiente é definido também como CSCL. Esse contexto é importante para a compreensão do artigo pois seu foco principal é o estudo da ação coletiva dentro do ambiente que foi mencionado anteriormente.

Os autores mencionam no artigo que muitos estudos em ambientes sincronizados como *web chat*, *IRC*, *ICQ*, *MUDs* e *Moos* tem sido conduzidos dentro de perspectivas sociais, lingüísticas e de games, assim como, outros estudos tem investigado comunidades virtuais e os efeitos desses ambientes tem produzido nos relacionamentos entre as pessoas. Tal fato é importante pois o trabalho em questão está voltado para os aspectos educacionais dos relacionamentos entre as pessoas (usuários de um sistema) suportados no caso, pelo Moo. Especificamente voltados ainda, para questões de co-construção do conhecimento em diferentes situações virtuais, ou seja, como o artefato funciona como intermediário na atividade de aprendizado colaborativo. O Moo utilizado no trabalho é conhecido como Tapped In (*Teacher Professional Development Institute*) que é um ambiente onde os professores podem virtualmente compartilhar diversos interesses e aprender com outro, a qualquer tempo. O sistema Tapped In oferece a seus usuários ferramentas de utilização tais como: possibilidade de utilização por um grande número de usuários, diversos

comandos de comunicação e um conjunto de objetos e ferramentas virtuais favorecendo a interação.

A pesquisa dos autores tiveram então os professores como sujeitos. Foram observados dois grupos de professores cada qual com 21 e 17 participantes respectivamente entre o final de Março e a metade de Maio de 2000. Os participantes estavam matriculados em um curso de Tecnologia como parte do programa para obtenção de diploma Universitário. O propósito do curso foi examinar as oportunidades de mudanças no sistema de educação em USA.

Os professores do curso tiveram duas tarefas fundamentais: discutir experiências dos professores sobre mudança sistêmica, integração e colaboração tecnológica, design do sistema educacional e teorias educacionais como o construtivismo e aprender no ambiente tecnológico usando comandos para comunicação, criação de objetos, navegação em ambientes virtuais, documentos compartilhados, etc. Todos os trabalhos foram feitos em grupo e dentro do ambiente Tapped In e os participantes da pesquisa, distribuídos dentro dos USA. Seis sessões online foram selecionadas para o estudo dentro de um total de dezesseis. Para ter-se uma dimensão da pesquisa, os autores destacaram a sexta sessão que teve 11,5 horas de atividade online e produziu mais de 100 páginas de texto editado.

Observações quantitativas foram realizadas e destacadas pelos autores: os participantes enviaram poucas mensagens até o final do curso, mensagens privadas (*whispers*) de participantes ocorreram em grande número. Esse segundo fato ocorreu, segundo os autores, pois os participantes desejaram tirar dúvidas sobre a temática um com o outro. A outra observação destacada foi de que os participantes mudaram o foco da discussão durante a observação, até mesmo para relacionamento social e isso ajudou os pesquisadores a entender aspectos da dinâmica da discussão e utilização adequada do artefato.

A análise qualitativa da pesquisa focou o impacto do artefato na comunicação dos participantes e os esquemas de comunicação construídos por estes nesse processo. Os pesquisadores esperavam que os professores deixassem de lado os esquemas de comunicação face a face, considerados pré-adquiridos quando estivessem em um ambiente com tarefa mediada por computador. Os diálogos destacados pelos autores comprovam que, em geral, o

fato anterior foi observado, já que muitos deles compartilharam experiências dentro do ambiente virtual.

Por fim, a pesquisa aponta a ocorrência de três esquemas observados no estudo como caracterização da Gênese instrumental. No primeiro, a construção de esquemas de uso para a manipulação dos comandos do Moo e os dois outros de ação instrumentada e ação coletiva, sendo este último com ressalvas pois não houve uma quantidade aceitável de informações online compartilhadas pelos usuários e esperada pelos pesquisadores. Porém, foi observado pela pesquisa que foi estabelecido um relacionamento no ambiente virtual de apropriação do artefato.

Trabalho 12: Artigo – *From artifact to instrument: mathematics teaching mediated by symbolic calculators*. (2003)

Autor(a): Luc Trouche

Artefato: Calculadora

Sujeito pesquisado: Alunos

Metodologia de pesquisa empregada: Estudo de caso

Resenha

O trabalho de Trouche (2003) aborda a realidade ensino médio francês especificamente com o uso de calculadoras e a sua problemática. De acordo com o autor, apenas 15% dos professores de matemática na França e 5% no Reino Unido incluem a tecnologia em seu ensino. O estudo de Trouche (2003) constatou inúmeras dificuldades no conceito matemático de limite no trabalho com as calculadoras algébricas ou mesmo as mais avançadas em tecnologia. Para tentar compreender a questão, Trouche (2003) utiliza a abordagem instrumental.

A abordagem instrumental, apresentado por Rabardel (2000) relativa a educação matemática, é baseada, segundo o autor, em dois elementos-chave: um artefato, através das restrições que impõe ao usuário e as do sujeito referente ao seu conhecimento acumulado em seu trabalho.

A abordagem instrumental permite analisar uma complexa relação entre os artefatos e atividades do aluno durante a construção do conhecimento. Um instrumento é construído, conforme aponta o autor, a partir de um produto “manufaturado” (a calculadora) e por meio do estudante a gênese instrumental está ligada às características do artefato e as do objeto. Essa gênese combina instrumentalização e os processos de instrumentação. Este segundo processo é definido pela dotação do objeto de “sistemas” a fim de realizar um determinado tipo de tarefas. O estudo dos esquemas de ação instrumentados equivale a inferir a partir de manifestações do aluno de suas funções epistêmicas, pragmática e heurística.

O autor trabalha com a noção de orquestração instrumental defendendo que esta permite abordar a “gestão didática dos sistemas de instrumentos” a fim de conceber a integração de artefatos dentro das instituições de ensino. Este fato foi observado nas aulas em que o conteúdo matemático denso do conceito de limite e com uso da calculadora enfrentou dificuldades extremas. A orquestração instrumental, em determinado momento, favoreceu a ocorrência da construção de esquemas no sentido de uma melhor organização das atividades dentro da sala de aula, especialmente os esquemas de uso dos estudantes já que fundamentalmente este conceito permite construir o conhecimento a partir de uma abordagem coletiva.

Assim, entende o autor que uma integração assumindo escolhas didáticas não está apenas relacionada com a construção de sistemas individuais de instrumentos mas também para a sua gestão coletiva. Assim, as orquestrações instrumentais pode ser uma forma de superar a estagnação didática que tem acompanhado a evolução tecnológica. As orquestrações instrumentais constituem para o sistema de ensino um novo desafio.

3.4 ANÁLISE DOS DADOS

Com o objetivo de responder a pergunta investigativa **“Como as pesquisas envolvendo a Gênese instrumental de Rabardel têm explorado o ensino e a aprendizagem através de diferentes artefatos?”** elaboramos a

seguir, um quadro explicativo com os critérios selecionados nos trabalhos tendo como objetivos organizar e sistematizar as informações coletadas.

Quadro 1: Artefatos, sujeitos, metodologia utilizadas e abordagem de ensino e aprendizagem.

Autor(es)	Artefato utilizado	Sujeito utilizado	Metodologia utilizada	Abordagem de ensino e aprendizagem
Jesus (2012)	Conceito de Mediatrix	Professores	Estudo de caso	Os sujeitos envolvidos (professores) foram instrumentados e instrumentalizados através da sequência didática proposta e mobilizaram seus esquemas de utilização transformando o artefato proposto em instrumento.
Salazar (2009)	<i>Software Cabri 3D</i>	Alunos de classes do ensino médio	Engenharia didática de Artigue (1988)	Os sujeitos da pesquisa (alunos) no ambiente de geometria dinâmica do Cabri 3D apropriaram-se das ferramentas e recursos do artefato e, em seu processo de integração do mesmo, ocorreu a aprendizagem das transformações no espaço.
Aida (2012)	Maquete Tátil	Alunos cegos	Pesquisa semi estruturada	A sequência de elaboração das diferentes maquetes com os sujeitos (alunos cegos) em Gênese Instrumental possibilitou a aprendizagem de conceitos básicos de Probabilidade.

Silva (2009)	Computador	Professores	Pesquisa-ação	Os sujeitos pesquisados (professores) envolvidos com o artefato como ferramenta de ensino possibilitou a reflexão coletiva e a investigação de problemas com significado a estes em processo de instrumentação.
Bittar (2011)	Superlogo (Software)	Professores	Pesquisa-ação	Os sujeitos envolvidos em um curso de formação para utilização do artefato apresentaram alteração de postura com relação a utilização de tecnologia em sala de aula.
Henriques, Attie e Farias (2007)	Software (Maple)	Alunos do ensino superior	Pesquisa-ação	Os alunos de ensino superior eleitos sujeitos da pesquisa tiveram muitas dificuldades em relação a adequada utilização do mesmo, tendo não mobilizado esquemas de uso para sua aprendizagem.
Farias (2012)	<i>Cabri II Plus</i> (Software)	Alunos de escolas do ensino fundamental I e II	Pesquisa-ação	A pesquisa constatou dificuldades dos sujeitos (alunos de escola secundária) na construção de esquemas primários na utilização do artefato, especialmente nos conceitos matemáticos envolvendo deslocamento.

Vita, Henriques, Cazorla (2009)	Soroban	Alunos cegos e Professores	Estudo de caso	A pesquisa envolvendo os sujeitos (alunos cegos) permitiu concluir que o artefato utilizado permitiu aprendizagem e instrumentalização dos mesmos.
Artigue (2001)	Software (para cálculos avançados em calculadora)	Alunos	Estudo de caso, Pesquisa-ação e Engenharia Didática	A reflexão da autora concluiu que os sujeitos envolvidos (alunos de ensino médio) apresentaram grandes dificuldades na aprendizagem e na mobilização dos esquemas para a construção da Gênese Instrumental.
Gomes (2008)	Software (Cabri-Geometrie)	Professores	Estudo de caso	Os professores envolvidos na pesquisa do autor e selecionados como sujeitos, puderam mobilizar propriedades distintas dos conceitos geométricos.
Cerrato, Waern (2008)	Software (Mud)	Professores	Pesquisa semi estruturada	Os sujeitos envolvidos nessa pesquisa foram professores em um curso de formação de tecnologia digital. Os sujeitos mobilizaram parcialmente esquemas de utilização no processo de aprendizagem, apresentando dificuldades nos esquemas coletivos.

Trousche (2003)	Calculadora	Alunos	Estudo de caso	Os sujeitos (alunos de ensino médio da escola francesa) apresentaram alguma dificuldade na construção dos esquemas de utilização do processo de aprendizagem mas que foram, de certa forma, superados por orquestrações instrumentais que romperam alguma estagnação didática.
-----------------	-------------	--------	----------------	--

Em relação aos artefatos utilizados nos trabalhos selecionados, observamos que o mesmo ocorreu tanto com o *softwares* quanto *hardwares* bem diversos, não havendo uma padronização. Como iniciativa inédita, destacamos a utilização do artefato mediatriz na tese de Jesus (2012) já que não observamos em nenhum outro.

Quanto aos sujeitos envolvidos observamos que a escolha está relacionada com o objetivo do trabalho e para que público está destinado. Assim, os trabalhos que tiveram a preocupação com a formação do professor, como o de Bittar (2011), por exemplo, selecionaram os docentes como sujeitos. Diferentes ambientes puderam ser observados nas pesquisas selecionadas, desde a sala de aula envolvendo discentes e docentes e até mesmo ambientes virtuais como caso do trabalho de Cerrato e Waern (2008) que utilizou o ambiente virtual com os sujeitos selecionados para a pesquisa.

Com relação à metodologia podemos observar uma variedade considerável. Não há uma padronização de metodologia de pesquisa envolvendo a gênese instrumental nos trabalhos selecionados. A escolha da metodologia esteve obviamente relacionado ao que se propôs a pesquisa conforme pudemos observar. No caso do trabalho de Artigue (2001), cabe um esclarecimento adicional, a autora fez uma reflexão de diversos trabalhos e, por isso, a metodologia utilizada foi variada.

Sobre a abordagem do ensino e aprendizagem, a pesquisa verificou que em grande parte os pesquisadores conseguiram atingir os objetivos

propostos nos estudos. Os trabalhos envolvendo o uso de artefatos de *softwares* como o Maple, por exemplo, apresentou dificuldades no processo de aprendizagem dos sujeitos envolvidos que não construíram esquemas de uso para o domínio das funções elementares do mesmo. Tal fato, produziu dificuldades na transformação do artefato em instrumento. O mesmo ocorreu quando o artefato escolhido foi a calculadora quando envolvendo sua utilização em cálculos avançados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa da monografia apresentada teve como objetivo realizar um levantamento de trabalhos como enfoque na Gênese Instrumental envolvendo diferentes artefatos ligados ao processo de ensino e aprendizagem.

A pergunta investigativa que balizou o trabalho foi: **“Como as pesquisas envolvendo a Gênese instrumental de Rabardel têm explorado o ensino e a aprendizagem através de diferentes artefatos?”**.

Com o objetivo de responder a pergunta investigativa, um levantamento de informações foi realizado através de fichamentos e resenhas. O levantamento das informações possibilitou o delineamento dos diferentes trabalhos produzidos envolvendo a Gênese Instrumental.

Concluimos que os artefatos utilizados nas pesquisas na maioria das pesquisas utilizando a Gênese Instrumental possibilitou o ensino e a aprendizagem dos sujeitos envolvidos. Em outras pesquisas, sobretudo quando envolveram o uso de artefatos como por exemplo *software* Maple ou ainda calculadoras em ambiente de cálculos matemáticos avançados apresentaram dificuldades na construção de esquemas de utilização dificultando o processo de ensino e aprendizagem.

As sugestões para futuras pesquisas poderiam envolver artefatos dos mais variados como os aqui apresentados e com diferentes sujeitos. Uma poderia ser a preparação de uma sequência didática no processo de Gênese Instrumental tendo como sujeitos alunos de ensino médio e artefato o *Cabri* 3D e como objeto matemático os Fractais. Outra possibilidade seria o estudo da Gênese Instrumental com alunos ou professores eleitos como sujeitos, em um ambiente *Mud* (ou *Moodle*) como artefato no desenvolvimento de um conceito matemático qualquer.

REFERÊNCIAS

AMORIM, Sandra Regina Correa. **Números Inteiros: Panorama de pesquisas produzidas de 2001 a 2010**. Dissertação de Mestrado Profissional. São Paulo: PUC-SP, 2012.

ARTIGUE, Michele. **Learning Mathematics in a CAS environment: The Genesis of a Reflection about Instrumentation and the Dialectics between Technical and Conceptual Work**. CAME Symposium. 2001.

BITTAR, Marilena. **A abordagem instrumental para o estudo da integração da tecnologia na prática pedagógica do professor de matemática**. Educar em Revista. Curitiba, Brasil, n. Especial 1/2011, p. 157-171. Editora UFPR. 2011.

FARIAS, L.M.S. **O ambiente computacional na construção da diferença entre desenho e figura: o caso do deslocamento no cabri-géometrie II Plus**. Anais do congresso de matemática aplicada e computacional, CMAC Nordeste. 2012.

FERREIRA, Norma Sandra de Almeida. **As pesquisas denominadas “estado da arte”**. Educação & Sociedade, Campinas, ano 23, n.79, p.257-272, ago.2002. Disponível em <http://www.fe.unicamp.br/alle/textos/NSAFAsPesquisasDenominadasEstadodaArte.pdf>. Acesso em: 03 de jul. 2013.

GOMES, Alex Sandro. **Referencial Teórico Construtivista para Avaliação de Software Educativo**. Revista Brasileira de Informática na Educação. 2008.

HENRIQUES, Afonso; ATTIE, João Paulo e FARIAS, Luíz Márcio. **Referências teóricas da Didática francesa visando o estudo de integrais múltiplas com auxílio do software Mapple**. Revista de Educação Matemática. Pesquisa, São Paulo, v. 9, n. 1. 2007.

JESUS, Gilson Bispo. **As construções geométricas e a Gênese instrumental: o caso da mediatrix**. Tese de Doutorado. São Paulo: PUC-SP, 2012.

PARGMAN, Teresa Cerratto e WAERN, Yvonne. **Appropriating the use of Moo for collaborative learning. Interacting with Computers**. 2008.

RABARDEL, P. **People and Technology: a cognitive approach to contemporary instruments**. Paris, Armand Colin Éditeur. 1995.

_____. Lês instruments em Mathematiques, travail, enseignement, apprentissage. Eléments pour une approche instrumentale em didactique dês mathématiques. In: Xéme Ecole d'ete de Didactiques dês Mathematiques. 1999 Houlgate. Université de PARIS. 1999 p. 203-213.

SALAZAR, Jesus Victoria Flores. **Gênese Instrumental na interação com Cabri 3D: um estudo de Transformações Geométricas no Espaço**. Tese de Doutorado. São Paulo: PUC-SP, 2009.

SILVA, Juliana Xavier. **Influências da informática educativa na prática pedagógica do professor de matemática**. Dissertação de Mestrado. Mato Grosso do Sul: UFMS, 2009.

TROUCHE, Luc. **From artifact to instrument: mathematics teaching mediated by symbolic calculators**. Interacting with Computers. 2003.

VITA, Aida Carvalho. **Análise Instrumental de uma Maquete Tátil para a Aprendizagem de Probabilidade por Alunos Cegos**. Tese de Doutorado. São Paulo: PUC-SP, 2012.

VITA, Aida Carvalho, HENRIQUES, Afonso e CAZORLA, Irene Mauricio. **A institucionalização do Soroban na escola e a Gênese Instrumental por aprendizes cegos**. Scielo Books. EDUFBA, 2009.