



I Simpósio Latino-Americano de Didática da Matemática

01 a 06 de novembro de 2016

Bonito - Mato Grosso do Sul - Brasil

A MEDIAÇÃO SEMIÓTICA NA GÊNESE INSTRUMENTAL: UM ESTUDO DA TRANSFORMAÇÃO DE ARTEFATOS EM INSTRUMENTOS

Celina A. A. P. Abar

Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática – PUC/SP, Brasil

abarcaap@pucsp.br

Resumo: Este estudo tem por objetivo investigar que recursos são considerados como artefatos no desenvolvimento de pesquisas com aporte na Gênese Instrumental de Rabardel e qual o papel da Mediação Semiótica ao se transformarem em instrumentos. O material de análise foram duas dissertações publicadas na área de Educação Matemática. A presente investigação caracteriza-se como uma meta-análise, uma das modalidades da pesquisa bibliográfica de caráter documental com a finalidade de ampliar ou aprofundar aspectos teóricos das investigações selecionadas. Foram utilizados os pressupostos da Mediação Semiótica na perspectiva de Bartolini Bussi, Mariotti e analisados, nos trabalhos selecionados e seus objetivos, na organização da referência teórica e metodológica e nas conclusões. As pesquisas selecionadas indicaram a presença de outras referências teóricas e metodológicas como estratégias para contemplar o necessário tratamento dos respectivos conteúdos matemáticos para que os artefatos considerados se configurassem como instrumentos do ponto de vista da Mediação Semiótica e da Gênese Instrumental.

Palavras-chave: Gênese Instrumental. Mediação Semiótica. Educação Matemática.

Introdução

A importância da Didática da Matemática na construção do conhecimento Matemático torna natural a existência de uma linha de pesquisa que trata de entender suas questões teóricas e metodológicas na área da Educação, e, neste primeiro SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE DIDÁTICA DA MATEMÁTICA, em particular, as relações entre teorias e métodos em Didática da Matemática.

Para contribuir com o evento, apresentamos uma meta-análise de duas dissertações publicadas na área de Educação Matemática, em uma mesma Instituição de Ensino, com o objetivo de investigar quais recursos do GeoGebra foram considerados como artefatos com aporte na Gênese Instrumental de Rabardel e qual o papel da Mediação Semiótica ao se transformarem em instrumentos. As pesquisas indicaram estratégias para contemplar o necessário tratamento dos artefatos trabalhados e explicitaram o desenvolvimento de tais estratégias para a obtenção dos respectivos instrumentos?

A construção de conceitos matemáticos não é facilmente obtida por meio do uso direto das tecnologias. É preciso um cuidadoso *design* didático de atividades para explorar o uso de artefatos tecnológicos. Que conceitos matemáticos podem emergir de um artefato e o que pode ser feito com o GeoGebra são questões que serão investigadas nas pesquisas selecionadas.

A análise do potencial semiótico tem uma relação dialética entre as metas propostas e a observação do que acontece quando são propostas atividades aos alunos; e quais são seus esquemas de utilização, que permitem o conhecimento do objeto matemático.

Bartolini Bussi e Mariotti (2008) colocam em evidência que a utilização de um artefato para realizar uma tarefa (matemática), em um contexto social, pode levar à produção de signos que, por um lado, estão relacionados com o real uso do artefato (os chamados artefato-signos) e, por outro lado, podem estar relacionados com o conhecimento (matemático) relevante para o uso do artefato e para a tarefa. O complexo de relações entre o uso do artefato, a realização da tarefa, os artefato-signos e os signos matemáticos, é chamado de potencial semiótico do artefato em relação à determinada tarefa.

Procedimentos metodológicos

Com base em Fiorentini e Lorenzato (2006), o presente trabalho caracteriza-se como uma meta-análise, uma modalidade de pesquisa que objetiva desenvolver uma revisão de um conjunto limitado de estudos qualitativos já realizados, sobre um mesmo tema ou problema de pesquisa, tentando extrair deles outros resultados e sínteses, transcendendo aqueles obtidos isoladamente ou independentemente.

Inicialmente, alguns trabalhos foram agrupados de acordo com o conteúdo matemático explorado e identificado no título de cada um. Contudo, como orienta Severino (2001):

Nem sempre o título da unidade dá uma ideia fiel do tema. Às vezes apenas insinua por associação ou analogia; outras vezes não tem nada a ver com o tema. (...) é preciso captar a perspectiva de abordagem do autor: tal perspectiva define o âmbito dentro do qual o tema é tratado, restringindo-o a limites determinados. (SEVERINO, 2001, p.54).

Desse modo, em um segundo momento, foi feita a leitura dos respectivos resumos com o objetivo de identificar se o quadro teórico descrito da Gênese Instrumental estava presente. A questão de pesquisa, os objetivos, os tipos de pesquisas realizadas: se quantitativa

ou qualitativa, os respectivos públicos envolvidos e os aportes teóricos e metodológicos utilizados fizeram parte das etapas seguintes.

Garrido (1993, apud Ferreira, 2002), na apresentação do Catálogo do Instituto de Psicologia da USP, prescreve o que deve constar em cada resumo:

O objetivo principal de investigação; a metodologia e procedimento utilizado na abordagem do problema proposto; o instrumento teórico, técnicas, sujeitos e métodos de tratamento dos dados; os resultados; as conclusões e, por vezes, as recomendações finais. (FERREIRA, p. 262).

Na leitura e análise dos resumos foi possível identificar o objeto matemático subjacente à pesquisa, os aportes teóricos e metodológicos e o público-alvo. Os dois trabalhos selecionados utilizaram a Gênese Instrumental de Pierre Rabardel (1995), além de outros autores que sustentaram as pesquisas.

Laville e Dionne (1999) definem que o procedimento metodológico de análise “consiste em desmontar a estrutura e os elementos desse conteúdo para esclarecer suas diferenças e características e extrair sua significação”.

As unidades de análise serão [...] palavras, expressões, frases ou enunciados de palavras que se referem a temas, mas esses elementos, em vez de serem enumerados ou medidos, serão vistos em função de sua situação no conteúdo, em função do conjunto dos outros elementos aos quais veem-se ligados e que fixam o sentido e o valor. (LAVILLE; DIONNE, 1999, p.216 e 218).

As unidades de análise escolhidas estão relacionadas ao quadro teórico apresentado. Em seguida, focalizamos as unidades analíticas relativas à dimensão semiótica do desenvolvimento de cada pesquisa, sem estarem direcionadas a um objeto matemático específico.

Sobre a Gênese Instrumental de Pierre Rabardel

A Abordagem Instrumental de Rabardel (1995) se apoia na teoria da ergonomia cognitiva, referente aos processos mentais (percepção, memória, raciocínio etc.) que afetam as interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema, sendo a interação entre homem e computador um exemplo disso.

Rabardel (1995) descreve as relações que existem entre o sujeito, o artefato e os esquemas de utilização, cujas definições são:

- **Sujeito:** indivíduo ou grupo de indivíduos que desenvolve a ação ou é escolhido para o estudo;
- **Artefato:** dispositivo que pode ser material (lápiz, computador etc.) ou simbólico (uma figura, um gráfico etc.);
- **Esquemas de utilização:** Rabardel (1995) utiliza esse termo que, de acordo com Vergnaud (1996), “é uma organização invariante de comportamentos para classes de situações”. É necessário procurar nos esquemas os elementos cognitivos que permitem que a ação do sujeito seja operatória.

A Abordagem Instrumental estuda os aspectos próprios que existem no artefato e no instrumento, e os processos que envolvem a transformação progressiva do artefato em instrumento, denominada Gênese Instrumental.

Para Verillon e Rabardel (*apud* Salazar, 2009), esse processo busca a integração entre as características dos artefatos (potencialidades e limitações) e as atividades do sujeito – seus conhecimentos e métodos de trabalho.

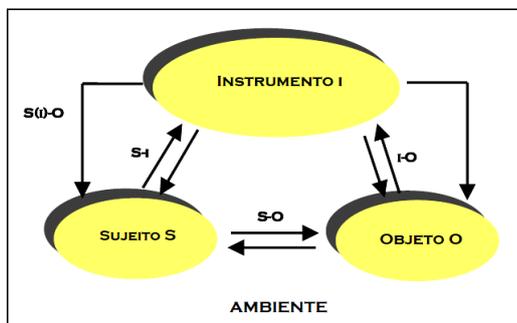
O foco de interesse de Rabardel (1995) é a transformação do uso do artefato em um instrumento, propondo um modelo de situações de utilização de um instrumento, composto por:

- **Sujeito:** é ele que dirige a ação psíquica sobre o objeto;
- **Instrumento:** é o mediador entre o sujeito e o objeto;
- **Objeto:** é sobre ele que a ação é dirigida.

Com base nisso, Rabardel (1995) propõe o modelo SAI (Situações de Atividades Instrumentais), apresentando as relações entre o sujeito e o objeto, mediadas pelo instrumento. Para Rabardel (1995), o modelo SAI (Figura 1) evidencia as várias interações que intervêm nas atividades instrumentais: sujeito-objeto [S-O], sujeito-instrumento [S-i], instrumento-objeto [i-O] e sujeito-objeto mediado pelo instrumento [S(i)-O], que se desenvolvem em um ambiente formado pelo conjunto de condições que o sujeito deve levar em conta para realizar sua atividade.

Figura 1: Modelo de Situações de Atividades Instrumentais.

Fonte: RABARDEL (1995, p. 65).



O modelo SAI permite examinar, detalhadamente, o uso de instrumentos em uma tarefa.

Para Rabardel (1995), o instrumento é uma entidade mista com dois componentes: o **artefato**, produzido para o sujeito; e os **esquemas de utilização** associados, que são resultados de uma construção do próprio sujeito ou de uma apropriação de esquemas de utilização já existentes. O instrumento é, então, uma entidade dinâmica que evolui segundo as situações nas quais a ação do sujeito é engajada.

A composição e a origem de um instrumento, segundo o autor, dependem de seus invariantes: esquemas e artefatos são instrumentalizados (utilizados) pelo sujeito; mas os esquemas pertencem ao sujeito e são generalizados ou acomodados por ele ao artefato e, às vezes, esquemas novos devem ser construídos. Os processos descritos distinguem-se em termos de instrumentação e instrumentalização, o que é denominado pelo autor de Gênese Instrumental.

Conforme Rabardel (1995), a Gênese Instrumental tem duas dimensões:

- **Instrumentação** (orientada para o sujeito): tem relação com o surgimento e evolução de esquemas de utilização e da ação instrumental. Zuchi (2008) caracteriza a instrumentação como um processo pelo qual as especificidades e as potencialidades de um artefato vão condicionar as ações de um sujeito para resolver um dado problema;
- **Instrumentalização** (orientada para o artefato): tem relação com o enriquecimento das propriedades do artefato. Zuchi (2008) caracteriza a instrumentalização como um processo pelo qual o sujeito modifica, adapta ou produz novas propriedades, personalizando o artefato de acordo com suas necessidades, por exemplo, quando o indivíduo personaliza o computador: acessibilidade dos programas, barra de menus, formato de tela, dentre outras.

É importante observar que as duas dimensões do processo de Gênese Instrumental referem-se ao sujeito e ao objeto, mas com orientações diferentes. Assim, ambas contribuem para a evolução do instrumento, para a reorganização e modificação dos esquemas de utilização do sujeito, permitindo a estruturação de sua ação e a participação da formação dos conceitos matemáticos.

No modelo SAI (Figura 1), a instrumentação é a relação entre sujeito e instrumento (S-i); e a instrumentalização é a relação entre sujeito e objeto, mediada pelo instrumento (S(i)-O), assim como a relação entre instrumento e objeto (i-O).

Rabardel e Waern (2003) destacam que não se trata apenas da inclusão de usuários em atividades que utilizam um artefato (computador), mas também considerar os processos pelos quais os usuários transformam o artefato em instrumento, o que consideramos como uma mediação semiótica, segundo Mariotti e Maracci (2010):

Artefatos e, em particular, as TIC, comumente são considerados como recursos susceptíveis para reforçar a atividade de ensino-aprendizagem. Mas enquanto as potencialidades desses artefatos para aprendizagem têm sido muito estudadas com foco principal na sua possível utilização por alunos e os consequentes benefícios para eles, tem havido a tendência de subestimar a complexidade do papel do professor na exploração dessas potencialidades. (MARIOTTI e MARACCI, 2010, p.91, tradução da autora).

Em Educação Matemática com Tecnologias existe uma estrutura bem definida e consolidada de mediação semiótica (BUSSI e MARIOTTI, 2008) para orientar e fomentar competências metodológicas e educativas para a prática docente.

A mediação semiótica vem das ideias de Vygotsky, que considera a aprendizagem uma relação mediada entre indivíduos e conhecimento.

O caminho do objeto até a criança e desta até o objeto passa através de outra pessoa. Essa estrutura humana complexa é o produto de um processo de desenvolvimento profundamente enraizado nas ligações entre história individual e história social (VYGOTSKY, 1991, p.33).

Segundo Mariotti (2013, apud STORMOWSKI, GRAVINA e LIMA):

É fundamental e indispensável, portanto, que se identifique previamente o potencial semiótico daquele artefato, para apenas depois se colocar no planejamento de atividades com seu uso. Para identificar este potencial é necessário analisar atividades em que o artefato é utilizado para realizar determinada tarefa, e pode envolver diferentes perspectivas: cognitiva, epistemológica etc. No caso de artefatos tecnológicos com softwares de GD, um ponto de partida são as funcionalidades didáticas projetadas pelos desenvolvedores, mas como são muitos os caminhos que se abrem na realização de uma atividade, este é apenas o primeiro passo. (2013, p.7).

Artefatos e instrumentos são termos-chave de construção teórica de Rabardel, que define o instrumento como uma “entidade mista composta de dois componentes: sujeito e objeto. É esta entidade que constitui o instrumento que tem um valor funcional para o sujeito” (RABARDEL E SAMURÇAY, 2001, p.12).

No GeoGebra, todas as janelas (gráficas 2D e 3D, algébrica, CAS, Planilha) podem ser vistas ao mesmo tempo, permitindo a construção de um ambiente para possíveis conversões, pelos estudantes, de diferentes registros semióticos que podem ajudá-los na apropriação de objetos matemáticos. Por outro lado, elas também podem ser limitadas aos objetivos das atividades para evitar um *stress* cognitivo para os alunos. Além disso, os movimentos dinâmicos são elementos-chave nas variações simultâneas dos registros para a construção e associação dos significados matemáticos entre os conceitos propostos nas intervenções didáticas.

Nas atividades propostas dos trabalhos a seguir, o potencial semiótico do GeoGebra, ao ser transformado de artefato em instrumento, foi revelado nos esquemas de utilização dos participantes das pesquisas por meio de seu dinamismo e recursos, de acordo com a instrumentação e instrumentalização segundo Rabardel.

Apresentação e Meta-análise das Pesquisas Selecionadas

Os dois trabalhos selecionados são dissertações de mestrado e têm como aporte teórico principal a Gênese Instrumental de Rabardel e os respectivos “artefatos” que direcionaram para: primeiro, aos “menus e ícones” presentes no GeoGebra e, segundo, para um objeto simbólico “função de uma variável” explorado no GeoGebra. Em ambos os casos foram consideradas as ações de instrumentação e de instrumentalização, assim como os esquemas de utilização na transformação do artefato em instrumento.

Na apresentação das pesquisas selecionadas destacamos, em primeiro lugar, os respectivos resumos e, em seguida, os aspectos de seu desenvolvimento.

Pesquisa 1. Autor: Sergio Vicente de Alencar.

Título: A Gênese Instrumental na interação com o GeoGebra: proposta de uma oficina para professores de matemática.

Resumo: o objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de uma oficina com o uso do GeoGebra para professores que lecionam Matemática no ensino básico, de tal forma que possam elaborar estratégias próprias de ensino e

aprendizagem com o uso desse software. Para tanto, o trabalho foi norteado pela seguinte questão de pesquisa: quais orientações são necessárias para que uma oficina inicial de GeoGebra, estruturada de acordo com a Gênese Instrumental de Rabardel, possibilite aos professores de Matemática da escola básica elaborarem estratégias próprias de ensino e aprendizagem com o uso desse software? O suporte teórico busca, por meio dos processos de instrumentação e instrumentalização, uma interação dos sujeitos participantes das pesquisas com o artefato, neste caso, o GeoGebra, de tal forma a transformá-lo em um instrumento. Como metodologia de pesquisa utilizou-se o Design Experiments, cujo objetivo é realizar uma avaliação formativa para testar e refinar projetos educacionais. Foram realizadas três oficinas com professores de Matemática da rede estadual de São Paulo e, ao término de cada oficina, as atividades eram analisadas e propunham-se mudanças para as demais, de forma a minimizar os obstáculos, permitindo um progressivo aprimoramento do processo de investigação. Ao final do trabalho, conclui-se que, mais importante do que as atividades realizadas, foram os questionamentos realizados aos professores, levando-os a “pensarem sobre a Matemática”, criando e testando suas hipóteses, facilitando, dessa forma, a ocorrência da Gênese Instrumental de Rabardel. (ALENCAR, 2012).

Sergio Vicente de Alencar publicou sua dissertação de Mestrado Profissional em Educação Matemática no ano de 2012, no Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

Em seu trabalho, Alencar (2012) teve como objetivo o desenvolvimento de uma oficina de formação continuada, com o uso do GeoGebra, para cinquenta e cinco professores de Matemática da escola básica, tendo como referência a Abordagem Instrumental de Pierre Rabardel (1995).

O autor conjecturou que, ao seguir os parâmetros delineados durante a execução da oficina, os professores poderiam aprimorar suas interpretações ou modos de pensar a Matemática por meio da tecnologia.

Para alcançar o objetivo foi formulada a seguinte questão de pesquisa: quais orientações são necessárias para que uma oficina de GeoGebra possibilite que professores de matemática da escola básica possam elaborar estratégias próprias para sua prática?

Assim, ao estruturar a oficina de acordo com a Gênese Instrumental de Rabardel, Alencar (2012) considerou que este aporte teórico poderia atender seus objetivos, pois, segundo entendimento do autor, não é necessária apenas a inclusão de usuários em atividades que utilizem a tecnologia, mas também deve-se considerar os processos pelos quais os usuários transformam o artefato em instrumento, denominado por Rabardel como *Gênese Instrumental*.

Recuperamos as considerações de Laborde e Sträßer (2010) ao afirmarem que:

Parece óbvio que uma mera análise dos artefatos (computadores, *software*, tecnologia de comunicação) não é suficiente para permitir que essa tecnologia seja usada no ensino e no aprendizado da matemática. Os “estudos de usuários” (muitas vezes mencionados em informática) são um pré-requisito inevitável para a implementação de novas tecnologias na aula de matemática. Para fazer essa afirmação com a terminologia de um dos referenciais teóricos amplamente utilizados na didática da matemática (ver Rabardel 1995): a análise do artefato é um pressuposto insuficiente para introduzir e compreender o seu uso. Só uma análise do instrumento, ou seja, da interação do artefato e dos métodos de utilização de seus usuários (professores e alunos), e da análise da sua “Gênese Instrumental” irá ajudar na implementação de computadores, *software* e tecnologia de comunicação na aula de matemática. (p.12, tradução da autora)¹.

Na proposta de Alencar (2012), esperava-se que o professor utilizasse o software GeoGebra não apenas como mais um recurso tecnológico, mas sim como um recurso que colaborasse no desenvolvimento de conceitos matemáticos, uma vez que, por si só, o software não “faz matemática”. Nesse aspecto, podemos afirmar que os artefatos considerados pelo autor foram os recursos que o GeoGebra apresenta, ou seja, um artefato material, segundo Rabardel (1995).

As três oficinas apresentavam seis lições com o uso do GeoGebra e foram realizadas com suporte na metodologia de pesquisa *Design Experiments* que, de acordo com Doerr e Wood (2006), permite a realização de uma avaliação formativa para testar e aperfeiçoar modelos educacionais baseados em princípios derivados de investigação prévia.

Em uma das atividades propostas, os professores, ao relacionarem a movimentação dos vértices do triângulo construído com as alterações da janela de álgebra, chegaram à conclusão de que a soma dos ângulos internos não é alterada, configurando esse momento como uma das dimensões da Gênese Instrumental proposta por Rabardel (1995), que é a instrumentação. Isso, segundo Alencar (2012), porque o professor precisou relacionar seu conhecimento anterior sobre triângulos com as relações que o software apresenta, verificando e testando suas hipóteses que, no caso específico desta atividade, era a soma dos ângulos internos de um triângulo e sua não-variação, independente do triângulo construído e das

¹ Traduzido de: It seems obvious that a mere analysis of the artifacts (computers, software, communication technology) is not sufficient to make this technology to be used in teaching and learning mathematics. “User studies” (often referred to in informatics) are an unavoidable prerequisite for the implementation of new technology in the mathematics classroom. To state it in the terminology of one of the theoretical frameworks widely used in didactics of mathematics (see Rabardel 1995): the analysis of the artifact is an insufficient presupposition to introduce and understand its use. Only an analysis of the instrument, i.e., the interaction of the artifact and the utilization schemes of its users (teachers and students), the analysis of its “instrumental genesis” will help in the implementation of computers, software and communication technology in the mathematics classroom.

movimentações realizadas pelo usuário.

O autor considerou, como apresentado a seguir, que nas interações puderam ser identificadas as atividades instrumentais, denominadas por Rabardel (1995) como modelo SAI (Figura 1).

- A relação sujeito-objeto: os professores conseguiram observar de forma eficaz as ações transformadoras dirigidas sobre o objeto que, neste caso, era o triângulo construído com o *software* GeoGebra por meio das mudanças simultâneas que ocorreram entre as características geométricas do triângulo (desenho apresentado na tela) e as características algébricas do triângulo (medidas de ângulos e sua soma, apresentadas na janela algébrica);
- A relação sujeito-instrumento: os professores conseguiram realizar todo o processo de construção e manipulação do objeto (triângulo), utilizando os recursos e os resultados fornecidos pelo instrumento (*software* GeoGebra), para chegar às conclusões sobre a soma dos ângulos internos do triângulo;
- A relação instrumento-objeto: o instrumento (*software* GeoGebra) atendeu às necessidades de construção e manipulação do objeto (triângulo);
- A relação sujeito-objeto mediada pelo instrumento: consequência da boa realização das demais interações.

Para a construção do triângulo equilátero em outra atividade, os professores foram orientados a configurar a caixa de “ferramentas” do GeoGebra, deixando visíveis apenas as necessárias.

O objetivo dessa configuração foi inserir os professores na dimensão da instrumentalização da Gênese Instrumental de Rabardel (1995), caracterizada como um processo pelo qual o sujeito personaliza o artefato de acordo com as suas necessidades. Alencar (2012) observa que, ao limitar o uso de recursos do GeoGebra, é exigido do professor o conhecimento matemático de triângulo equilátero e suas etapas de construção.

Alencar (2012) considera que os esquemas de uso, classificados por Rabardel (1995) como atividades relacionadas ao funcionamento e manipulação do GeoGebra, caracterizaram o processo de instrumentalização. Os esquemas de ação instrumental, que são, de acordo com Rabardel (1995), orientados ao objeto da atividade (neste caso, o triângulo) no qual o artefato (o *software* GeoGebra) é um meio de concretização e de realização, caracterizaram a ocorrência do processo de instrumentação da Gênese Instrumental.

Pesquisa 2. Autor: Armênio Lannes Xavier Neto.

Título: Um estudo da Gênese Instrumental para função de uma variável real com várias sentenças.

Resumo: o objetivo principal dessa dissertação é estudar, por meio da Gênese Instrumental da função de uma variável real com várias sentenças, o processo de desenvolvimento cognitivo de um grupo de alunos do 2º e 3º ano do ensino médio. Os referenciais teóricos utilizados no trabalho foram a Teoria da Instrumentação, sob a ótica de Pierre Rabardel, e a Teoria dos Registros de Representação Semiótica, de Raymond Duval. A pergunta investigativa da dissertação foi: “De que maneira ocorre a Gênese Instrumental da função de uma variável real com várias sentenças em alunos do 2º e 3º ano do ensino médio, durante uma sequência de atividades?”. A metodologia utilizada no trabalho foram os pressupostos da engenharia didática de Artigue. As conclusões do trabalho indicaram que a Gênese Instrumental pode ser adequada para estudar o processo de desenvolvimento cognitivo da função de uma variável real com várias sentenças. (NETO, 2016).

Armênio Lannes Xavier Neto publicou sua dissertação de Mestrado em Educação Matemática no ano de 2016, no Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

Em seu trabalho, Neto (2016) teve como objetivo o desenvolvimento de duas atividades em dois encontros para estudantes do 2º e do 3º ano do ensino médio com o objetivo de tentar identificar, por meio da Gênese Instrumental, de que maneira foi construído o desenvolvimento cognitivo dos alunos, considerando o artefato abstrato “função de uma variável”. As atividades foram desenvolvidas em papel e o GeoGebra teve presença apenas no final para a institucionalização do objeto matemático trabalhado.

Neto (2016) observa a importância de pesquisas que consideram o artefato como simbólico, segundo Rabardel (1995) no campo da Educação Matemática.

O autor considera que a Teoria da Instrumentação pode favorecer a compreensão de fenômenos de construção do conhecimento por parte dos indivíduos envolvidos em uma determinada ação. Nesse aspecto, podemos afirmar que o artefato considerado pelo autor foi, como define Rabardel (1995), um artefato simbólico.

Em sua pesquisa, Neto (2016) definiu os seguintes objetivos:

- Investigar de que maneira o processo de transformação do artefato (função de uma variável real com várias sentenças) em instrumento, por meio dos registros de representação semiótica, teve influência no desenvolvimento cognitivo e na aprendizagem dos alunos.
- Identificar como ocorreu o processo de instrumentação – relativo aos sujeitos durante as ações de resolução da sequência de atividades – e de instrumentalização – concernentes ao *status* de função que adquiriram;
- Identificar a construção e/ou mobilização dos esquemas de utilização durante a sequência de atividades propostas;

- Analisar as dificuldades encontradas pelos sujeitos ao mobilizarem as propriedades matemáticas inerentes ao artefato;
- Analisar como os registros de representação semiótica, por meio dos tratamentos e conversões, contribuíram para a identificação dos esquemas de utilização durante a sequência de atividades.

Além da Gênese Instrumental de Rabardel, o autor teve como suporte teórico a Teoria dos Registros de Representação Semiótica, de Raymond Duval (2009), e a metodologia utilizada considerou os pressupostos da engenharia didática de Artigue, Douady e Moreno (1995).

O autor procurou, durante o desenvolvimento da pesquisa, identificar as características que compõem as duas dimensões: instrumentação e instrumentalização, além dos esquemas que os estudantes já possuem e que seriam mobilizados no processo de resolução das atividades, assim como novos esquemas que pudessem ser construídos.

Com base nas ações construídas pelo grupo, Neto (2016) observa que os três sujeitos avançaram, passo a passo, no processo de Gênese Instrumental, já que as dimensões da instrumentação e instrumentalização eram identificadas à medida que as atividades eram desenvolvidas.

Neto (2016), com relação ao processo de Gênese Instrumental da função de uma variável real com várias sentenças e baseado nas ações dos sujeitos, afirma que observou a construção de novos instrumentos, quando os sujeitos mobilizaram seus esquemas de utilização no processo de construção das técnicas necessárias para resolver os problemas propostos.

Como conclusão, o autor considera que Gênese Instrumental foi um recurso adequado para estudar o processo de desenvolvimento cognitivo da função de uma variável real com várias sentenças.

Observamos que o potencial instrumental do GeoGebra, no trabalho de Neto (2016), se configurou apenas a partir do momento de institucionalização das propriedades matemáticas do artefato. Ao utilizar o GeoGebra para construir um dos gráficos de uma das atividades, o autor concluiu que o meio tecnológico possibilita o uso de múltiplas representações semióticas.

Conclusões

Com as pesquisas apresentadas podemos verificar o potencial semiótico do GeoGebra, pois na evolução das duas pesquisas, embora sendo considerados diferentes “artefatos”

iniciais, ocorreu a reorganização e a modificação dos esquemas de utilização, fatos que permitiram a estruturação da ação do pesquisador, colaborando para sua formação e aprimoramento da prática docente.

As análises mostraram que, de fato, a abordagem instrumental da primeira pesquisa permitiu compreender como o professor aprende e incorpora a tecnologia em sua prática pedagógica. Investigar essa incorporação permite entender como acontece o processo de Gênese Instrumental na transformação de um artefato, no caso tecnológico, em instrumento pelo sujeito.

Por outro lado, na segunda pesquisa, a abordagem instrumental foi utilizada para investigar a aprendizagem com instrumentos, ou seja, para estudar como o aluno aprende na transformação de um artefato simbólico em instrumento, dentro de uma dimensão semiótica, na análise dos diferentes signos envolvidos nas atividades realizadas e por meio de uma engenharia didática.

Na meta-análise das pesquisas selecionadas verificamos como um artefato, no caso o GeoGebra, pode se transformar em um instrumento de mediação semiótica, tanto para o professor como para o aluno, independente do tipo de artefato considerado: material ou simbólico.

Considerar a Gênese Instrumental como aporte teórico nas pesquisas analisadas, nos possibilitou a utilização de diferentes estratégias para mobilizar a instrumentação e a instrumentalização no processo da passagem de um artefato para instrumento na utilização do GeoGebra.

Referências

ALENCAR, S.V. **A Gênese Instrumental na interação com o GeoGebra: proposta de uma oficina para professores de Matemática**. Dissertação de Mestrado Profissional. São Paulo: PUC-SP, 2012.

ARTIGUE, M., DOUADY, R., MORENO, L. **Ingeniería Didáctica en Educación Matemática**. Grupo editorial Iberoamérica. Colômbia. 1995.

BUSSE, M. G. B.; MARIOTTI, M. A. Semiotic Mediation in the Mathematics classroom: Artifacts and Signs after a Vygotskian perspective. **Handbook of International Research in Mathematics Education**, New York, p. 746-783, 2008.

DOERR, H. M.; WOOD, T. Pesquisa-Projeto (design research): aprendendo a ensinar Matemática. In: BORBA, M. C. **Tendências internacionais em formação de professores de matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2006. Cap.5, p.113-128.

DUVAL, R. **Semiósis e Pensamento Humano: Registros Semióticos e**

Aprendizagens Intelectuais. (Fascículo 1). Livraria da Física, São Paulo. 2009.

FERREIRA, N. S. A. As Pesquisas denominadas Estado da Arte. **Educação & Sociedade**, p.257-272, ano XXIII n°79, Campinas, 2002.

Disponível em www.scielo.br/pdf/es/v23n79/10857.pdf . Consultado 14 abril 2016.

FIorentini, D; Lorenzato, S. **Investigação em Educação Matemática: percursos teóricos e metodológicos.** Campinas. Autores Associados, 2006.

LABORDE C.; STRÄBER, R. **Place and use of new technology in the teaching of mathematics: ICMi activities in the past 25 years.** ZDM Mathematics Education v.42, pp121–133, 2010.

LAVILLE, C.; DIONNE, J. **A Construção do saber:** manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas. Belo Horizonte: Ed. da UFMG, 1999.

MARIOTTI, M. A. **ICT as opportunities software for teaching-learning in mathematics classroom: the semiotic potential of artefacts.** In: TSO, T. Y. (Org.). Proceedings of the 36th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. Taipei, Taiwan: PME, vol. 1, p. 25, 2012.

MARIOTTI, M. A. **Artifacts and signs after a Vygotskian perspective: the role of the teacher.** ZDM Mathematics Education, vol. 41, p. 427-440, 2009.

MARIOTTI M.A., MARACCI M. **Un artefact comme instrument de médiation sémiotique: une ressource pour le professeur.** G. Gueudet e L. Trouche (eds.) Ressources vives, le travail documentaire des professeurs, le cas des mathématiques, Presses Universitaires de Rennes et Institut National de Recherche Pédagogique, cap. 5, pp.91-107, 2010.

<http://ife.ens-lyon.fr/publications/edition-electronique/cerme6/wg7-28-maracci-mariotti.pdf>

NETO, A. L.X. **Um estudo da Gênese Instrumental para função de uma variável real com várias sentenças.** Dissertação de Mestrado. São Paulo: PUC-SP, 2016.

RABARDEL, P. **Les hommes et les technologies:** une approche cognitive des instruments contemporains. Trad. Heidi Wood. Paris. Armand Colin, 1995.

RABARDEL, P.; SAMURÇAY, R. **From artifact to instrumented-mediated learning, new challenges to research on learning.** International symposium organized by the Center for Activity Theory and Developmental Work Research, University of Helsinki, March, 2001.

RABARDEL, P.; WAERN, Y. **From artifact to instrument. Interacting with Computers.** v. 15, p. 641-645, Inglaterra, 2003.

SALAZAR, J. V. F. **Gênese instrumental na interação com Cabri 3D:** um estudo de transformações geométricas no espaço. Tese (Doutorado em Educação Matemática), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2009.

SEVERINO, A.J. **Metodologia do trabalho científico.** São Paulo: Cortez & Moraes, 2001.

I Simpósio Latino-Americano de Didática da Matemática

01 a 06 de novembro de 2016

Bonito - Mato Grosso do Sul - Brasil

STORMOWSKI, V.; GRAVINA, M. A.; LIMA, J. V. **Tecnologia na aula de matemática: a importância do potencial semiótico**. RENOTE – Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, vol.11, n. 3, 2013.

VERGNAUD, G. A teoria dos campos conceptuais. In: Jean Brun (Ed.). **Didáctica das Matemáticas**. Lisboa: Instituto Piaget, 1996.

VYGOTSKY, L. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

ZUCHI, I. A integração dos ambientes tecnológicos em sala: novas potencialidades e novas formas de trabalho. **2º Simpósio Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**. Brasil, 2008.