

TUTORIA ONLINE DA GEOMETRIA ANALÍTICA: UMA ANÁLISE A LUZ DA ORQUESTRAÇÃO INSTRUMENTAL E DAS REPRESENTAÇÕES SEMIÓTICAS¹

Analytic Geometry Online Tutoring: an analysis on the basis of instrumental orchestration and semiotic representations

*Rosilângela Lucena
Verônica Gitirana*

Resumo

Este artigo apresenta um recorte de uma pesquisa de mestrado que analisa orquestrações instrumentais identificadas no uso do chat como meio de tutoria online da disciplina de geometria analítica na modalidade a distância. O recorte dado a este artigo centra-se na discussão de um esquema de análise e na análise de um caso. Como metodologia, foram coletadas as mediações didáticas de 18 sessões de chat de duas turmas do componente curricular geometria analítica de um curso de Licenciatura em Matemática a distância. Desenvolveu-se um modelo para caracterização dos tipos de orquestração instrumental. No caso da tutoria online, o uso do esquema revelou um padrão comum às configurações do professor-executor. Constatou-se também que os tutores reconfiguram o cenário virtual de ensino e aprendizagem da tutoria online, para realizar a mediação didática de situações matemáticas que necessitam de representações semióticas não disponíveis no chat.

Palavras-chave: Orquestração Instrumental. Geometria Analítica. Mediação Didática. Educação a Distância.

Abstract

This paper presents part of the results of a master research that analyse instrumental orchestrations identified within the use of chat as a means of online tutoring of analytic geometry

course in distance education. This paper focuses on the discussion of the analysis model developed and of one case. The methodology collected the didactic mediations of 18 chat sessions from two classes of analytic geometry curricular component of a teacher training course in Mathematics from a distance education. A schema to characterize the types of instrumental orchestration was developed. In the case of online tutoring, the schema revealed a common pattern to the performer Lecturer. It was also found that tutors reconfigure the virtual settings for online tutoring to mediate mathematical situations that require semiotic representations not available in the chat.

Keywords: Instrumental Orchestration. Analytic Geometry. Didactic Mediation. Information and Communication Technologies.

Introdução

Nos cursos da modalidade de ensino a distância, a tutoria consiste em um efetivo acompanhamento dos estudantes por parte de seus tutores. Nesse contexto, o tutor essencialmente orienta a aprendizagem, corrige as atividades realizadas e avalia o desempenho de cada aluno. Para isto, este profissional desenvolve sua prática docente em um ambiente informatizado, conectado e estruturado

¹ Esta pesquisa foi parcialmente financiada pela CAPES, por meio da bolsa de Mestrado e pelo CNPq, no edital Universal 2015.

com diversos artefatos tecnológicos síncronos e assíncronos, tais como: fórum, chat, webquest e questionários. No entanto, é na tutoria online, que o tutor efetivamente estabelece uma relação mais próxima dos estudantes, em que pode, por meio das mensagens quase instantâneas, mesmo diante da distância geográfica, realizar mediações que contribuam para a aprendizagem destes.

A tutoria online tem muitas vezes se configurado em uma sessão de bate papo que se desenvolve na ferramenta síncrona *chat* e, segundo Machado Dias (2003, p.13), “é o método mais utilizado para efetivar a interação pedagógica”. Criado para promover interações entre seus participantes por meio da escrita em língua materna, o *chat* tem provocado entraves durante a mediação de conteúdos matemáticos, particularmente, os de geometria analítica, campo da matemática que tem como foco o trato de questões relativas à geometria com o uso da álgebra.

A dificuldade para realizar a mediação didática nessa ferramenta ocorre porque os conceitos matemáticos necessitam de registros de representação específicos, como o gráfico e o algébrico, no entanto, o chat limita os tipos de registros. A matemática, como ciência abstrata, tem a representação como única forma de lidar e comunicar seus conceitos. Embora a modalidade de chat comumente utilizada nos cursos EaD atuais possibilite a interação por meio da escrita em língua natural, computacional, numérica e de uma limitada escrita simbólica e algébrica, não é possível o uso de gráficos, figuras, esquemas entre outros tipos de registros semióticos, fundamentais à geometria analítica.

Além dos entraves relativos à representação matemática, o tutor se depara com a complexidade de um cenário de ensino e aprendizagem pré-estabelecido que delimita sua prática docente, inclusive, na tutoria online. Enquanto no ensino presencial as ações didático-pedagógicas e de organização da sala de aula são peculiares do professor, na educação a distância, tais ações são racionalizadas entre vários personagens: o professor-executor, que configura a sala de aula; o tutor, que executa essa configuração; o conteudista, que elabora o material didático da disciplina; entre outros. Essa forma fragmentada em que está organizado e gerido o ensino a distância é uma realidade de muitas instituições no Brasil, inclusive, da instituição federal de ensino a distância em que se desenvolveu essa investigação.

Nesse contexto, uma questão nos levou a desenvolver a pesquisa: Quais as estratégias utilizadas pelo tutor para realizar a mediação didática de geometria analítica diante das limitações do *chat* quanto às representações semióticas? Para responder esta questão, organizamos um quadro teórico composto pela Teoria das Representações Semióticas (DUVAL, 2003; 2009; 2011), pela Teoria da Mediação Cognitiva e Didática (LENOIR, 1996; 2011) e da Orquestração Instrumental (TROUCHE, 2004; 2005). A primeira que defende a necessidade de se considerar as representações semióticas no estudo da cognição matemática, ou seja, no estudo de como as pessoas compreendem a matemática. A segunda que entende a mediação didática do educador como essencial à mediação cognitiva do estudante no que concerne à sua aprendizagem. E por fim, a terceira, tem contribuído com pesquisas que buscam investigar a prática docente desenvolvida em ambientes tecnológicos.

Desse modo, investigamos as mediações didáticas da tutoria online que ocorrem em um curso de geometria analítica, em um cenário rico em tecnologias e com a articulação de diferentes representações semióticas. De forma mais específica, desejamos descrever o cenário da tutoria online de geometria analítica à luz da Teoria da Orquestração Instrumental, caracterizar modelos de orquestração instrumental da tutoria online de geometria analítica e por fim, analisar a mediação didática, nos modelos de orquestração descritos, à luz da Teoria dos Registros de Representação Semiótica.

Teoria dos Registros de Representação Semiótica

As diversas formas de representar um objeto matemático, tais como, algébrica, simbólica, gráfica são consideradas por Duval (2011) como registros de representação semióticas. É por meio desses registros que a matemática pode ser comunicada e compreendida pelo sujeito que busca ascender tal conhecimento. Além de representar o ato de transitar entre representações distintas de um mesmo conceito, revela aspectos diferentes deste, de forma que o conjunto dessas especificidades permite a aquisição de um conhecimento global do objeto matemático estudado. Mas, esse conhecimento global só pode ser adquirido, segundo Duval (2011), mediante a coordenação

de pelo menos dois registros de representação semiótica de um mesmo objeto, assim como, a realização de transformações nos mesmos, as quais ele classifica em: tratamento e conversão.

O tratamento é o processo de transformação de uma representação dentro de um mesmo registro semiótico; enquanto a conversão consiste na transformação de uma representação ao sair de um sistema de registro para outro. Embora as transformações sejam extremamente relevantes ao indivíduo que deseja ascender os objetos matemáticos é necessário que se valorize o processo de conversão. Primeiro, porque o esforço cognitivo que o estudante precisa exercer na conversão é muito superior ao exigido no tratamento (Duval, 2003). Segundo, porque, de acordo com Duval (2009), a dificuldade dos estudantes para aprender muitos conceitos matemáticos está relacionada a este tipo de transformação. Por último, por ser a conversão, a transformação que revela as especificidades que cada representação guarda a respeito de um mesmo conceito, evitando que se confunda a representação de um objeto matemático com o seu próprio conceito.

Teoria da Orquestração Instrumental

O termo orquestração instrumental consiste em uma metáfora que Trouche (2004) utiliza em sua teoria para comparar a sala de aula a uma orquestra. Nela, o educador é o maestro, os aprendizes os músicos, as tecnologias os instrumentos e as situações de ensino os repertórios. Segundo Trouche (2005, p. 126, tradução nossa):

Uma orquestração instrumental é o arranjo sistemático e intencional dos elementos (artefatos e seres humanos) de um ambiente, realizado por um agente (professor) no intuito de efetivar uma situação dada e, em geral, guiar os aprendizes nas gêneses instrumentais e na evolução e equilíbrio dos seus sistemas de instrumentos. É sistemático porque como método, desenvolve-se em uma ordem definida e com um foco determinado, podendo ser entendido com um arranjo integrado a um sistema; é intencional porque uma orquestração não descreve um arranjo existente (sempre existe um), mas aponta para a necessidade de um pensamento a priori desse arranjo.

Esta teoria tem contribuído com investigações que buscam compreender como as escolhas e arranjos realizados pelo professor para tratar situações matemáticas, tendo como suporte um ambiente rico em tecnologia, os ajudam a conduzir os estudantes ao conhecimento matemático. Para tal, a teoria da orquestração instrumental faz uso de uma abordagem fundamentada na Teoria da Instrumentação (RABARDEL, 1995), a qual trata da gênese instrumental e suas implicações na relação do indivíduo com o artefato.

De acordo com Rabardel (1995), a gênese instrumental é o processo pelo qual um indivíduo por sua ação sobre o artefato, transforma-o em um instrumento. Para que ela ocorra, faz-se necessário que o sujeito vivencie a instrumentalização e a instrumentação. Ao buscar conhecer as características e funcionalidades de um determinado artefato, o sujeito começa a inseri-lo em sua prática, tem-se o processo de instrumentalização. À medida que este mesmo sujeito passa a utilizar efetivamente o artefato para melhorar esta prática, ele o integra como um instrumento, vivenciando o processo de instrumentação.

Sendo assim, é relevante considerar, na perspectiva da gênese instrumental, as etapas da orquestração que segundo Drijvers et al (2010) são: a configuração didática, o modo de operação e o desempenho didático. De uma forma geral, a configuração didática consiste na organização da sala de aula, na escolha dos artefatos tecnológicos e situações matemáticas envolvidas. Para Drijvers et al (2010), essas configurações do ambiente e dos artefatos escolhidos devem ser bem planejadas antes de sua execução durante a aula, considerando a dificuldade para modificá-las. A segunda etapa de uma orquestração instrumental é o modo de operação que diz respeito à participação de cada sujeito nesse processo, seja ele professor ou estudante. Esta é uma etapa que segundo Trouche (2005) consiste nas estratégias de gestão aplicadas, sejam quanto à situação problema ou quanto à gestão dos artefatos. Por fim, tem-se o desempenho didático, uma etapa que foi introduzida por Drijvers et al. (2010) que trata das decisões que o educador terá que tomar diante de situações inesperadas sejam aquelas referentes às tecnologias ou às situações matemáticas, além disso, nessa etapa, busca-se verificar a viabilidade e o sucesso das escolhas do professor ou do aluno nesse processo.

A Teoria da Mediação Cognitiva e da Mediação Didática

A Teoria da Mediação Cognitiva e da Mediação Didática (LENOIR, 1996; 2011) discute a prática docente sob o ponto de vista da mediação, numa perspectiva dialética e sócio-histórica. Para este autor as mediações desenvolvidas em ambientes educativos devem, essencialmente, favorecer estruturas cognitivas dos estudantes para que possam ascender aos objetos matemáticos (LENOIR, 1996).

Neste processo, é considerada a perspectiva dialética, porque se realiza por meio da interação e processos mediadores entre o sujeito, o saber e um ou mais educadores, tal como a sócio-histórica, porque considera o ser humano reflexivo e criativo, capaz de atuar individualmente ou em sociedade, assim como interagir com o mundo à sua volta, defendendo a ideia de que o sujeito pode agir de maneira crítica e autônoma para a construção do seu próprio conhecimento. No entanto, salienta Lenoir (1996; 2011), a ação do sujeito sobre o objeto de conhecimento lhe dá um resultado direto e imediato quanto à ascensão desse objeto, daí a relevância de um sistema mediador.

A relação cognitiva de objetivação (o processo de aprendizagem) que se estabelece entre o sujeito e o objeto por intermédio de um sistema objetivo de regulação (a mediação) fundava-se sobre a palavra como discurso e sobre a ação humana como processo de produção social. (LENOIR, 2011, p.14)

É relevante considerar que tal sistema possui uma natureza de dupla dimensão quanto ao conhecimento. A primeira é intencional e interna ao sujeito e se estabelece entre ele e o conhecimento que busca apreender. A segunda, extrínseca e intencional, é constituída por aspectos psicopedagógicos (relação com o aprendiz) e de natureza didática (relação com o objeto de conhecimento). Tais dimensões são denominadas por Lenoir (2011) de mediação cognitiva (interna e pressupõe a aprendizagem) e mediação didática (externa e pressupõe o ensino). Para este autor, “a mediação cognitiva liga o sujeito aprendiz ao

objeto do saber e a mediação pedagógico-didática liga o professor à mediação cognitiva.” (LENOIR, 2011, p. 15).

Uma mediação cognitiva corresponde às mediações mentais que ocorrem quando o sujeito é colocado, por meio de um sistema mediador, em contato com o objeto de conhecimento. Para tal, a mediação didática é necessária, tendo em vista, ser preciso que o sujeito interaja com o meio, com o saber a ser acessado, dentro de um contexto e espaço social, mediado por outro sujeito capaz de tornar desejável o objeto de conhecimento e de colocá-lo em interação com o aprendiz. Segundo Lenoir (1996; 2011), o produto da mediação cognitiva, relação do estudante com o saber, é essencialmente a apreensão do conhecimento por parte do aluno; e o produto da mediação didática, resultado da prática docente, é o favorecimento da mediação cognitiva

Metodologia

Como recurso metodológico, analisamos um caso de uso do chat como meio de tutoria online em uma disciplina que apresentava atividades de tratamento e de conversão entre diferentes representações semióticas - a Geometria Analítica da Licenciatura em Matemática na modalidade EAD.

Foi escolhida uma instituição federal de ensino superior com a disciplina de Geometria Analítica. As tutorias online de duas turmas, de anos consecutivos, foram analisadas. Utilizou-se das técnicas da análise de conteúdo (BARDIN, 1997) para organizar, descrever e interpretar os dados a serem analisados. As falas das sessões foram tomadas como as unidades de registro e as conversas em torno de um tema, as unidades de sentido. Os dados coletados resultaram da observação no ambiente virtual de ensino das turmas. Foi identificado um total de 18 sessões de chat com mediações de natureza didáticas que discutiam o conteúdo matemático em foco.

Dessa forma, foram estabelecidas três etapas para o desenvolvimento desse trabalho: descrição do cenário da tutoria online de geometria analítica à luz da Teoria da Orquestração Instrumental, comum às sessões; caracterização dos modelos de orquestração instrumental da tutoria online de geometria analítica; análise da mediação didática dos modelos de orquestração

descritos, à luz da Teoria dos Registros de Representação Semiótica. Além da coleta de dados realizada a partir da observação do cenário da sala de aula virtual da disciplina de geometria analítica, utilizamos os registros das interações das sessões de chat e os documentos postados na sala, tais como: atividades, avaliações, livro didático, questões e fichas de exercícios.

Neste artigo, discutimos os resultados relativos a um dos modelos de orquestração instrumental da tutorial online, caracterizado em pesquisa de mestrado (COUTO, 2015).

Modelo de Análise da Orquestração Instrumental em Tutoria Online

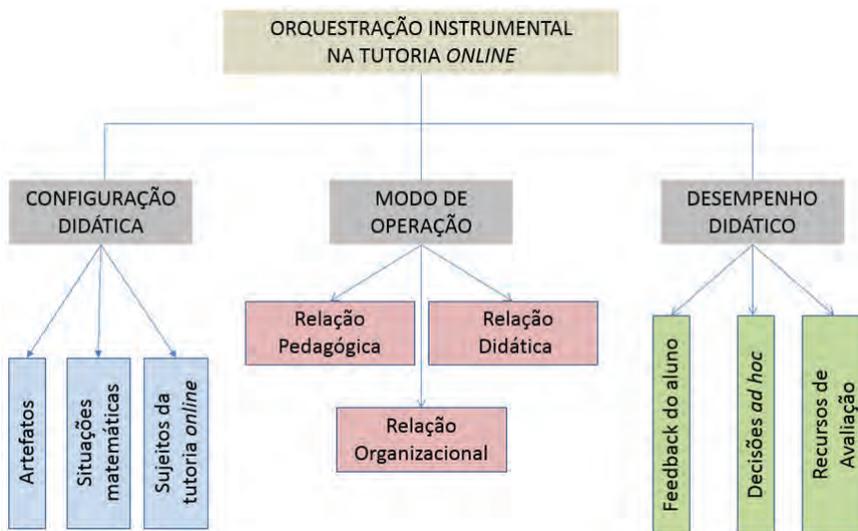
As salas de aula virtuais da modalidade de ensino a distância são organizadas pelos professores-executores para atender às necessidades dos estudantes e tutores durante os módulos de operação do componente curricular. Em geral, as configurações estão alinhadas às propostas pedagógicas das instituições e às especificidades de cada disciplina. As escolhas do professor-executor quanto aos artefatos que serão utilizados, assim como a gestão do conteúdo, das situações problemas e dos métodos avaliativos entre outros, conduzem o trabalho desenvolvido pelo tutor, inclusive durante a tutoria online.

No entanto, o professor-executor configura a sala de aula, não as sessões de chat, para as quais são determinadas apenas as regras de funcionamento, tais como os horários e a duração das mesmas. Desse modo, observamos sessões de chat de duas turmas, buscando identificar um modelo de cenário que pudesse nos guiar na caracterização de orquestrações instrumentais.

O cenário padrão da tutoria online de geometria analítica

Para caracterizarmos uma orquestração instrumental da tutoria online, inicialmente, elaboramos um esquema que relacionava, ainda que de forma geral, os aspectos do ambiente virtual da disciplina de geometria analítica com as etapas da Teoria da Orquestração Instrumental: a configuração didática, o modo de operação e o desempenho didático. Tais aspectos foram identificados a partir das observações realizadas no cenário das salas de aula, nos documentos disponibilizados nas mesmas e no conteúdo das interações das 18 sessões de chat de duas turmas de geometria analítica a distância. O esquema da figura 1 foi criado para ajudar na identificação de modelos de orquestração instrumental desenvolvidos pelos tutores em situações de ensino em tempo real, a partir de aspectos comuns encontrados em todas as sessões observadas.

Figura 1 – Cenário padrão das tutorias online de geometria analítica.



Fonte: Couto (2015, p. 92).

Como mostra-se no cenário padrão (Figura 1), na configuração didática dessas sessões, os artefatos, as situações matemáticas e os sujeitos da tutoria sempre estavam presentes. No modo de operação, identificamos três tipos de mediação utilizados pelo tutor para desenvolver sua prática docente: a didática, a pedagógica e a organizacional. No desempenho didático, verificamos a possibilidade de se avaliar a orquestração desenvolvida por meio do feedback do estudante em resposta às mediações do tutor, da identificação das decisões *ad hoc* do tutor e do desempenho dos estudantes nas atividades realizadas, que pode ser visto nos recursos de avaliação.

A configuração didática

A tutoria *online* é organizada pelo tutor com base na configuração da sala de aula vir-

tual que é estruturada pelo professor-executor. Artefatos, atividades, livro didático, orientações, enfim, toda a estrutura didática, pedagógica e organizacional da sala fica à disposição do tutor que decide a partir da dúvida do estudante o que irá utilizar dessa configuração para realizar as mediações. Em alguns casos, essa configuração prévia não dá ao tutor o suporte necessário para que consiga mediar o conhecimento matemático em foco, o que dificulta o processo de ensino e de aprendizagem, levando-o a reconfigurar em tempo real, alguns aspectos das sessões. Para Drijvers et al (2010) modificações na configuração didática não é algo fácil de realizar durante a execução da mesma.

Na figura 2, especificamos o modelo padrão para configuração didática da tutoria online de geometria analítica das turmas.

Figura 2 – Configuração didática da tutoria online.



Fonte: Couto (2015, p. 94).

No campo Situações Matemáticas, identificamos nas tutorias, oito, dos nove grupos de tipos de situações de geometria analítica classificados na pesquisa. No campo Sujeitos da Tutoria, identificamos aqueles que participaram das sessões de chat. No campo artefatos, distinguimos os que consistem nas Fontes das Situações Matemáticas, ou seja, indicamos a origem das questões apresentadas pelos estudantes durante as sessões de chat, dos recursos de interação, que

são disponibilizados no ambiente para que os tutores possam fazer uso para sanar as dúvidas dos estudantes.

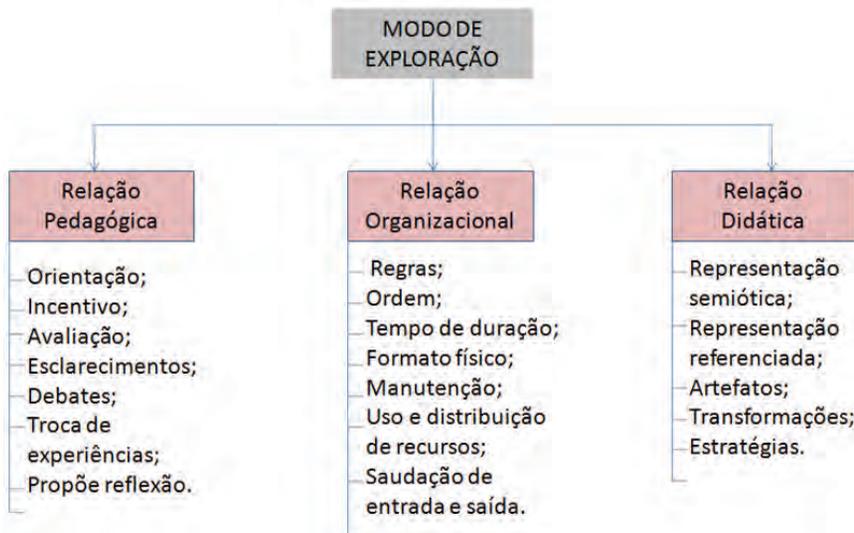
O modo de operação

Ao analisarmos as diversas interações entre os tutores e estudantes, verificamos que o tutor realiza essencialmente três tipos de mediação para desenvolver sua prática na tutoria (Figura

3). A primeira é a de relação pedagógica que diz respeito às orientações, o incentivo, os esclarecimentos dados aos estudantes, entre outros. A segunda é a relação organizacional online da tutoria considerando-a como uma sala de aula, com horário predefinido para iniciar e terminar, por exemplo. Nesse aspecto, é válido informar que a presença do estudante não é obrigatória, podendo ele entrar e sair quando. Nesse tipo de mediação o tutor recepciona e se despede dos alunos, informa sobre horários e datas, busca gerir toda e qualquer situação dessa natureza. A terceira

mediação é a de relação didática que consiste, essencialmente, nas técnicas e escolhas adotadas pelo tutor para tratar do conteúdo matemático que o aluno tem dificuldade. Este tipo de mediação é revelado nas sessões, na maioria das vezes, a partir de uma situação problema. Nesse processo, o tutor precisa buscar métodos para representar os registros semióticos ou mesmo fazer referência aos mesmos. Terá também que gerenciar os materiais didáticos e os artefatos colocados à sua disposição para ajudá-lo a esclarecer as dúvidas que são apresentadas pelos estudantes.

Figura 3 – Modo de operação da tutoria online.



Fonte: Couto (2015, p.96).

É no modo de operação que o tutor busca métodos e estratégias para gerir as escolhas da configuração didática desenvolvida pelo professor-executor, podendo inclusive, dependendo da situação e necessidade, reconfigurar a estrutura padrão.

Apesar de o desempenho didático ser uma importante etapa da teoria, na pesquisa não chegamos a caracterizar tal etapa.

Análise de um Modelo de Orquestração de Tutoria *Online*

Nas próximas sessões apresentaremos a análise de um modelo de orquestração instrumental da tutoria *online*. Para isto, consideramos

inicialmente o cenário desse modelo de orquestração, caracterizando seus aspectos quanto à sua configuração didática e seu modo de operação. Nesta direção, selecionamos uma das 49 conversas com mediações didáticas desenvolvidas pelo tutor, tendo em vista, que a natureza das mediações identificadas nestas conversas é didática, ou seja, nelas estão presentes as situações matemáticas, relevantes à criação das orquestrações instrumentais.

Em seguida, verificaremos a categorização das situações matemáticas identificadas nas 18 sessões de *chat*. Este procedimento é extremamente relevante por dois motivos: o primeiro consiste no fato de que é a partir de uma dada situação matemática que uma orquestração instrumental

se desenvolve. O segundo motivo diz respeito a um dos objetivos desse artigo que visa fazer uma análise da orquestração instrumental caracterizada, à luz da Teoria dos Registros de Representação Semiótica. Para tal é indispensável que reconheçamos a natureza das situações matemáticas quanto aos tipos de registro de representação envolvidos e o tipo de transformação requerido nas estratégias adotadas para resolução das mesmas. Para realizar a análise a que nos propomos, selecionamos os trechos da mediação didática referentes a uma situação matemática de uma das sessões de *chat* de geometria analítica observadas.

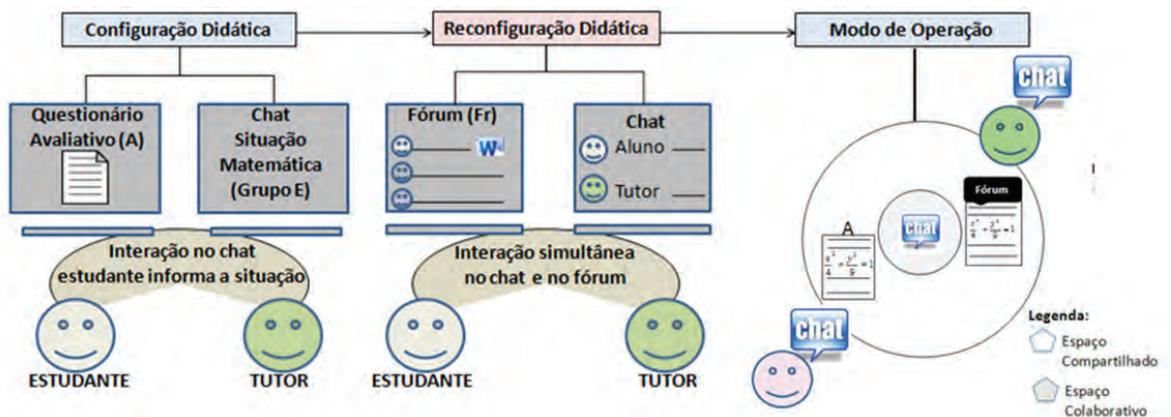
Cenário de uma Orquestração Instrumental da tutoria *online*

A partir da descrição do cenário padrão das tutorias *online* de geometria analítica, escolhemos

uma situação de geometria analítica de um dos nove grupos classificados (COUTO, 2015), uma do Grupo E, que havia sido discutida em uma das sessões de *chat* para descrever uma orquestração instrumental. Isto porque, segundo Trouche (2005), os arranjos realizados pelo professor em um determinado ambiente virtual ou real visam orientar a gênese instrumental dos estudantes no uso de artefatos tecnológicos para compreensão e resolução da situação matemática.

Dessa forma, no esquema da Figura 4, especificamos cada fase da orquestração instrumental dessa tutoria *online* desenvolvida pelo tutor: a configuração didática, a reconfiguração didática dos recursos e o modo de operação. Vale esclarecer, que a reconfiguração didática, segundo Couto (2015), é todo arranjo sistemático realizado pelo tutor, em situação de ensino *online*, que altere de alguma forma a configuração didática inicial do professor-executor.

Figura 4 – Orquestração instrumental da tutoria online - Reconfiguração da função do recurso.



Fonte: elaborado pelas autoras.

Na figura 4, parte da configuração didática inicial da orquestração instrumental, proposta pelo professor-executor, é trazida à tona pelo estudante ao interagir em busca da ajuda do tutor para resolver uma situação de geometria analítica. A questão apresentada é avaliativa e vem do recurso questionário. Logo, o tutor deverá apenas orientar o estudante quanto à resolução, mas não poderá resolvê-la no chat.

O tutor reconfigura a configuração inicial ao fazer uso do fórum (figuras 4 e 5), que ele usa a princípio como repositório (questão resolvida), para mediar a situação matemática apresentada pela estudante. De acordo com Rabardel (1995), um artefato durante o processo de instrumentalização e instrumentação do sujeito, que o utiliza, pode sofrer contínuas transformações quanto à sua função, determinadas pelos esquemas de uso deste indivíduo.

Figura 5 – Reconfiguração da configuração didática - Conteúdo.

09:24 (Tutor) Lucas: É só achar o centro da circunferência e depois achar a distância do centro à reta. É só vc seguir o raciocínio da questão que postei no fórum e observar a figura. A distância do centro a reta é um dos catetos do triângulo retângulo e o outro vc achar pelo teorema de Pitágoras. A hipotenusa é o próprio raio da circunferência. O comprimento da corda é o dobro do outro cateto que vc vai achar.

Fonte: elaborada a partir do dados de Couto (2015).

Nessa primeira reconfiguração, o tutor escolhe os seguintes recursos para esclarecer as dúvidas da estudante sobre a situação apresentada: o questionário, de onde procede a situação em foco; o fórum, em que o tutor posta uma questão detalhadamente resolvida e “semelhante” a do questionário, a qual a estudante quer resolver. Neste caso, o tutor dá ao fórum uma nova função, a partir de seus esquemas de uso, visando ultrapassar as limitações de não poder representar graficamente a situação matemática que demanda tratamento e conversão, fazendo com que o fórum sirva, não apenas como recurso fonte, mas que passe a funcionar como recurso de interação.

Esta reconfiguração altera não apenas a função do recurso fórum, como também, a configuração padrão da tutoria online, a qual não é mantida, pelo fato dos participantes não permanecerem unicamente no *chat* (Figura 6), tendo que visitar o fórum para que se tenha uma melhor compreensão a respeito da mediação didática realizada pelo tutor. Logo, as interações, antes concentradas apenas no *chat*, terminam se estabelecendo de forma simultânea entre o *chat* e o fórum, ou mais, precisamente, o documento postado neste ambiente. Daí denominarmos este modelo de orquestração instrumental da tutoria online de *Reconfiguração da função do recurso*.

Figura 6 – Reconfiguração da função de recurso – Fórum.

09:02 (Tutor) Lucas : Vc olhou a questão do fórum?
 09:02 Ana: olhei
 09:03 (Tutor) Lucas: Lá eu detalho como encontrar o centro e o raio

Fonte: elaborada a partir do dados de Couto (2015).

Quanto ao modo de operação, detalhado na figura 4, percebemos que a prática docente do tutor é explicitada nas mediações que realiza com os estudantes. Nesta sessão, percebemos dois espaços: um compartilhado e outro colaborativo. No primeiro, o papel do tutor consiste em mediar didaticamente a comparação entre os documentos do questionário e do fórum, ambos compartilhados com ele e o estudante. A situação matemática postada no fórum pelo tutor deve funcionar como um espelho para o estudante, tendo em vista, que ela é semelhante a que ele busca resolver.

No segundo espaço, o colaborativo, o papel do tutor consiste em trabalhar a questão de forma conjunta com o estudante para conduzi-lo à solução. Nesta direção, o tutor usa o *chat* para apontar aspectos semelhantes da questão resolvida do fórum, revelando no *chat* como a estratégia de resolução da situação avaliativa em foco é semelhante à do fórum. Sendo assim, a questão resolvida que está no fórum reflete, como diante de um espelho, a situação do questionário, em foco (Figura 4). É importante ressaltar, que nem o tutor nem o estudante resolve a questão sozinho,

ambos trabalham juntos, cada um exercendo seu papel para solucioná-la.

Os Tipos de Situações Matemáticas de Geometria Analítica

Na tutoria *online* de geometria analítica, o tutor desenvolve orquestrações no ambiente de ensino e aprendizagem a partir de situações matemáticas apresentadas pelos estudantes. Estas situações são as do livro didático, ficha de exercícios resolvidos ou questionários, todas propostas pelo professor-executor ou conteudista. Em alguns casos, o tutor reconfigura essa organização e posta questões resolvidas no fórum ou resolve nas sessões de *chat* na intenção de facilitar a compreensão dos alunos quanto ao conhecimento matemático.

Estas situações matemáticas possuem características distintas quanto às suas estratégias de resolução as quais classificamos em sete grupos. A partir dessa categorização pudemos perceber quais os registros de representações deveriam ser utilizados e quando havia necessidade de tratamento ou conversão dos mesmos.

Observamos também que o tutor reconfigura a tutoria *online* a partir das dúvidas dos estudantes que na maioria das vezes apresentam uma situação matemática sobre a qual têm dificuldade e precisam de ajuda para resolvê-la. Neste processo, o tutor faz escolhas quanto ao conteúdo ou quanto às tecnologias, por exemplo, na intenção de facilitar a aprendizagem de seus alunos. Afinal, em sintonia com o que defende a Teoria da Orquestração Instrumental, as situações matemáticas direcionam as escolhas do tutor – a orquestração realizada. Um exemplo disto ocorreu na orquestração descrita anteriormente, quando o tutor altera a função de um recurso para atender à mediação didática desenvolvida buscando resolver a situação matemática proposta por uma estudante que participava da tutoria online.

Sendo assim, decidimos classificar e descrever os tipos de situações matemáticas mediadas nas 18 sessões de *chat*. Inicialmente, buscávamos classificar a partir da classificação das transformações solicitadas nas situações. Com as situações coletadas, percebemos que todas elas não demandavam na resposta uma conversão. No entanto, percebemos que a es-

tratégia de resolução em alguns casos exigia conversões e em outros, apenas tratamento. Nesse sentido, decidimos classificar a partir de estratégias de resolução a serem adotadas para resolvê-las. Tivemos que levar em conta a existência prévia de problemas com estratégias de resolução similar nos documentos disponíveis. Dessa forma, conseguimos classificar todas as situações matemáticas discutidas nas sessões em nove grupos (Couto, 2015).

Para este artigo, interessa-nos a descrição de um dos grupos, rotulado por E em Couto (2015), uma vez que a questão da orquestração instrumental analisada está relacionada a esse grupo (Figura 4). No Grupo E foram classificadas todas as situações que não possuíam uma fórmula direta capaz de resolvê-la disponível na sala de aula virtual. Nesse tipo de situação, faz-se necessário criar estratégias de resolução, não necessitando de definições para isso. No entanto, essas questões precisam de imagem (esquema, gráfico, figura, etc) para que se tenha um melhor entendimento do que se trata, assim como do que é preciso ser calculado para a partir daí identificar as fórmulas e os algoritmos necessários para sua resolução.

Nas situações matemáticas classificadas neste grupo, verificou-se, ainda, uma necessidade de realizar tratamento e conversão, para resolvê-las. Nas postagens dos fóruns e nas listas de exercícios resolvidas pudemos observar que os tutores apresentavam a resolução das questões por meio do tratamento e da conversão; no entanto, no *chat*, verificou-se apenas o tratamento.

Análise da Mediação Didática do Modelo de Orquestração à Luz da Teoria dos Registros de Representação Semiótica

Decidimos analisar a mediação didática de comparação e resolução, um dos sete modelos identificados em nossa pesquisa de mestrado (COUTO, 2015). Tal mediação constitui o modo de operação do modelo de orquestração instrumental de reconfiguração de função do recurso, descrito anteriormente nesse trabalho à luz da Teoria dos Registros de Representação Semióticas.

Nesta análise, buscaremos revelar as implicações do modelo de mediação didática

desenvolvido pelo tutor, a partir de reconfigurações realizadas na configuração didática da orquestração, essencialmente em seus recursos, para tratar uma situação matemática que demanda tratamento e conversão.

Na figura 7, percebemos que a situação matemática apresentada pela estudante pertence ao Grupo E. Nesse grupo estão classificadas todas as questões que não possuem uma fórmula direta nos recursos disponíveis ao estudante, que utiliza procedimentos e algoritmos e, não a aplicação direta de definições para sua resolução. Além disso, necessitam da figura para melhor

entendimento do que se trata e o do que precisa ser calculado. A partir daí, há a modelagem do procedimento a ser utilizado, assim como dos conceitos, das fórmulas e/ou algoritmos necessários. No que concerne à mediação cognitiva da estudante, tal fato é bastante significativo, tendo em vista que, segundo Duval (2011), a ascensão do saber matemático por parte do indivíduo só pode ocorrer pela mobilização de diferentes registros de representações e de suas transformações. E isto é proposto neste tipo de questão, tendo em vista, uma das estratégias de sua resolução (Figura 8).

Figura 7 – Trecho I - Parte de uma mediação didática de geometria analítica.

08:51 (Tutor) Lucas: Ok vamos lá
 08:51 Ana: Lucas agora vai ser vc pra tirar mais uma dúvidas
 08:51 (Tutor) Lucas: Pode escrever
 08:52 Ana: é sobre a questão do questionário que pede pra determinar o comprimento da corda
 08:54 (Tutor) Lucas : Postei uma semelhante no fórum
 08:54 Ana: Qual é o comprimento da corda que a reta $7x - 24y - 4 = 0$ determina na circunferência $x^2 + y^2 + 6x - 15 = 0$? Vou dar uma olhada
 08:55 (Tutor) Lucas: A questão tá resolvida detalhadamente
 08:56 Ana: eu vi mas continuo meio perdida.
 08:56 Ana: Só falta essa
 08:56 Ana: qual é o primeiro passo
 08:57 (Tutor) Lucas : Achar o centro da circunferência
 08:58 Ana: nos exercícios resolvidos tem uma mais parecido, como faço pra encontrar o centro? Qual a fórmula? Naquele livro tem a fórmula?
 09:02 (Tutor) Lucas : Vc olhou a questão do fórum?
 09:02 Ana: olhei
 09:03 (Tutor) Lucas: Lá eu detalho como encontrar o centro e o raio
 09:04 Ana: certo
 09:05 (Tutor) Lucas: Revise produto notáveis que vai lhe ajudar muito

Fonte: elaborada a partir do dados de Couto (2015).

Entretanto, não podemos dizer o mesmo, quando pensamos na mediação didática a ser desenvolvida pelo tutor no *chat*. As características da estratégia de resolução dessa questão (Figura 8) indicam que haverá tratamento e conversão, além do uso de alguns registros de representações semióticas e muitos destes não podem ser representados no *chat*. Tal fato força

o tutor a reconfigurar a configuração didática do cenário padrão e desenvolver uma mediação didática de comparação e resolução, capaz de dar conta desse entrave (Figura 4). Entretanto, a performance inicial do tutor nessa orquestração, parece não funcionar, se consideramos a fala sobre a questão resolvida detalhadamente no fórum (Figura 7).

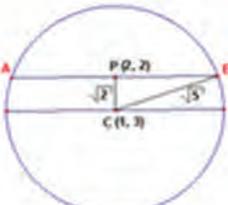
Figura 8 – Questão postada no fórum pelo tutor, citada na mediação didática.

Seja C a circunferência $x^2+y^2-2x-6y+5=0$. Considere em C a corda AB cujo ponto médio é $M(2;2)$. O comprimento de AB é igual a:

(A) $\sqrt{6}$
 (B) $2\sqrt{3}$
 (C) $\sqrt{3}$
 (D) $\sqrt{2}$
 (E) 4

Resolução:

$$x^2 - 2x + y^2 - 6y + 5 = 0 \Rightarrow (x^2 - 2x + 1) + (y^2 - 6y + 9) = -5 + 1 + 9$$

$$(x - 1)^2 + (y - 3)^2 = 5 \Rightarrow C(1, 3) \text{ (centro)} \text{ e } R = \sqrt{5} \text{ (raio)}$$


Queremos saber a distância entre $(2, 2)$ e $(1, 3)$, substituindo os valores, temos:

$$\text{distancia} = \sqrt{(1-2)^2 + (3-2)^2} \quad \text{distancia} = \sqrt{1+1} \quad \text{distancia} = \sqrt{2}$$

Pronto, temos informações suficientes para resolver o problema, veja o desenho acima:

A distância AB que é pedida, nada mais é do que o dobro da medida PB, que podemos calcular utilizando Pitágoras no triângulo PCB, veja que o segmento CB vale $\sqrt{5}$ pois é exatamente o raio da circunferência. Aplicando Pitágoras, temos:

$$(\sqrt{5})^2 = (\sqrt{2})^2 + \overline{PB}^2 \quad 5 = 2 + \overline{PB}^2 \quad \overline{PB} = \sqrt{3}$$

Como o exercício pede o valor de AB que é o dobro deste valor, a resposta é $2\sqrt{3}$.

Fonte: elaborada a partir dos dados de Couto (2015).

As interações revelam que olhar uma questão semelhante resolvida parece não ser suficiente para a estudante compreender seu processo de resolução. Algumas de suas falas mostram a permanência de suas dúvidas (Figura 7): “(...) como faço para encontrar o centro? Qual a fórmula? Naquele livro tem a fórmula?” Tais questionamentos revelam que a aluna busca uma fórmula direta que resolva a questão e essa conduta não ocorre por acaso, afinal, como bem afirma Duval (2009), o ato de converter demanda maior esforço cognitivo. Logo, entendemos ser natural que a estudante busque resolver a situação apenas pelo tratamento, além de percebermos que as limitações da ferramenta

chat – o quase exclusivismo dado a este tipo de transformação semiótica.

Questões como a que a estudante busca resolver (Figura 7), assim como, a que está no fórum (Figura 8), não são comumente apresentadas aos estudantes no ambiente virtual, devido às limitações que o tutor encontra para mediá-la na tutoria *online*. Com isso, mais que ter uma tecnologia que dê suporte ao tutor em suas mediações didáticas, faz-se necessário que se proponham situações que estimule os estudantes a transitar entre diversas formas de representação semiótica e a realização de suas transformações, o tratamento e, principalmente, a conversão.

Esta ausência de registros de representação durante a mediação didática termina ocasionando novos entraves para a mediação didática, tendo em vista que o tutor precisa fazer referência, por meio da escrita em língua natural, a registros gráficos, algumas simbologias, esquemas, entre outros, dificultando com esta prática a interpretação sobre o trabalho matemático em geral. Tal fato pode ser percebido no *feedback* do tutor aos novos questionamentos da estudante (Figura 7). Ele acredita que o não entendimento da aluna em relação à questão em foco está na necessidade de que ela revise o conhecimento prévio utilizado por ele para calcular o valor do centro, produtos notáveis.

No entanto, a dificuldade da estudante pode não estar relacionada ao conhecimento prévio, mas em saber qual a necessidade de se calcular as coordenadas do centro ou a medida do raio, por exemplo. Afinal, a questão pede a medida da corda, não as coordenadas do centro da circunferência. Embora, a questão esteja detalhadamente resolvida, não há justificativa sobre cada escolha feita na estratégia de resolução adotada, ou uma explicação sobre a relação entre a questão que se quer resolver e a questão

resolvida. Diante disto, o foco da estudante passou do centro da circunferência para a equação da reta (Figura 9).

No trecho II (Figura 9), notamos que ele faz referência ao tratamento e à conversão dos registros semióticos presentes na resolução da questão: “é só achar o centro da circunferência e depois a distância do centro à reta”, por exemplo. Entretanto, a dificuldade da estudante, leva o tutor a uma fuga na etapa de modelagem da estratégia da resolução no que concerne à conversão. As limitações do *chat* não permitem que o tutor possa rascunhar sua estratégia de resolução para que a aluna possa acompanhar seu raciocínio e a pertinência de suas escolhas, o que parece ter contribuído para uma mediação centrada no tratamento.

Embora ele tente explicar (Figura 9), não consegue fazer a estudante compreender, uma vez que a escrita não dá conta de todas as representações e transformações semióticas realizadas na situação matemática que postou no fórum. A presença de um quadro virtual em que o tutor pudesse resolver as questões, fazendo uso de esboços de forma que a estudante pudesse acompanhar todo processo de resolução poderia minimizar entraves como este entre outros.

Figura 9 – Trecho II - Parte de uma mediação didática de geometria analítica.

09:22 Ana: primeiro tenho que resolver esta equação $7x - 24y - 4 = 0$
 09:23 (Tutor) Lucas: Não precisa resolver a equação
 09:24 Ana: certo
 09:24 (Tutor) Lucas: É só achar o centro da circunferência e depois achar a distância do centro à reta. É só vc seguir o raciocínio da questão que postei no fórum e observar a figura. A distância do centro a reta é um dos catetos do triângulo retângulo e o outro vc achar pelo teorema de Pitágoras. A hipotenusa é o próprio raio da circunferência. O comprimento da corda é o dobro do outro cateto que vc vai achar.
 09:32 Ana: bom acho que agora vai vou resolver primeiro isso $x^2 - 2x + 6x - 15 = 0$, que vai ficar. Tenho q fazer daquele separar o termos semelhantes não é?
 09:35 (Tutor) Lucas: sim
 09:41 Ana: to enrolada, os termos são semelhantes de x são $x^2 - 2x + 6x$
 09:42 (Tutor) Lucas: Vou dá uma olhadinha, um momento
 09:43 (Tutor) Lucas: Ana, qual é a questão que vc está resolvendo?
 09:46 Ana: a 1ª Qual é o comprimento da corda que a reta $7x - 24y - 4 = 0$ determina na circunferência $x^2 + y^2 - 2x + 6y - 15 = 0$?

Fonte: elaborada a partir do dados de Couto (2015).

Ainda sem entender a explicação, a estudante tira o foco da equação da reta e volta para a equação da circunferência (Figura 9). Dessa vez, ela tenta reproduzir o raciocínio do tutor para achar as coordenadas do centro. No entanto, logo surge a primeira dúvida que diz respeito ao procedimento de completar quadrados, utilizado pelo tutor, que para ela consiste em separar termos semelhantes. Confuso sobre o que motiva a pergunta da estudante em relação aos termos semelhantes, o tutor pede um tempo para verificar se estão falando da mesma questão. O que percebemos é que a forma como o procedimento de completar quadrados está representado é diferente da forma como está na escrito no chat. Estabelecer uma relação entre as duas não era algo fácil de fazer.

Esta situação nos mostra o quão complexo é para o tutor mediar o conhecimento matemático estando em espaços distintos e sem compartilhamento de tela. Dessa forma, ele precisa ficar nas idas e vindas entre o *chat*, para poder se comunicar, e o fórum para fazer a mediação didática. Tal dificuldade recai sobre o estudante também que precisa comparar a situação matemática avaliada do questionário com a que está resolvida no fórum, acompanhando, ainda, as mediações do tutor no chat. Daí a necessidade de se ter um espaço compartilhado, em que os participantes da tutoria *online* possam discutir, exibir e visualizar suas estratégias de resolução sobre as situações matemáticas, tal como as dos demais.

Considerações Finais

As observações das 18 sessões de *chat* de duas turmas de geometria analítica de uma instituição federal de ensino a distância, contribuíram para a criação de um esquema que mostra que a tutoria *online* tem um modelo padrão para seu cenário o qual é composto pelas escolhas da instituição (funcionamento) e do professor-executor (configuração da sala aula virtual). Além disso, relacionamos aqui as características desse modelo padrão às duas etapas da orquestração instrumental, a saber: configuração didática e modo de operação.

O modelo padrão do cenário da tutoria contribuiu com a caracterização de um tipo de orquestração instrumental da tutoria *online* de geometria analítica, o de reconfiguração de

função do recurso. Tal orquestração revelou que embora o modelo padrão seja adotado em todas as sessões analisadas, o tutor reconfigura as escolhas da instituição e do professor-executor, à medida que tais escolhas não dão o suporte necessário à sua prática. Os quatro modelos de orquestrações instrumentais identificadas da tutoria online, inclusive a que apresentamos nesse artigo, foram desenvolvidos pelos tutores sempre que uma situação matemática era apresentada pelos estudantes a estes durante as sessões.

A categorização das situações matemáticas possibilitou a organização de nove grupos, os quais foram descritos de acordo com a estratégia de resolução de cada questão neles inserida. Tal classificação revelou que nenhuma das situações matemáticas era essencialmente de conversão, no entanto, alguns tipos, como as do grupo E, necessitavam da conversão para sua resolução, seja para melhor entendimento ou para definir quais estratégias adotar para resolvê-las. Todas as questões envolviam o tratamento algébrico, ainda que dado de formas distintas.

A análise à luz da Teoria dos Registros de Representação Semiótica, da orquestração instrumental caracterizada, garantiu-nos os seguintes resultados: o primeiro confirma os entraves já discutidos nesse trabalho quanto à limitação da ferramenta *chat* em relação às representações semióticas; o segundo revela que a instrumentalização do tutor em relação ao *chat*, faz com que ele consiga realizar mediações didáticas simultâneas com essa ferramenta e outras, no caso dessa investigação, com o fórum; o terceiro indica que as limitações impostas pelo *chat* para representar, tratar e converter é um dos motivos que leva o tutor a reconfigurar o cenário virtual; por fim, entendemos que a mediação didática de comparação e reprodução desenvolvida pelo tutor, nesta orquestração, para ajudar a compreender e resolver a situação matemática apresentada, não favoreceu a mediação cognitiva da estudante, ou seja, a sua efetiva aprendizagem, tendo em vista que a mesma não revelou entendimento sobre a relação existente entre a questão do fórum e a do questionário.

Referências

BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. Lisboa, Portugal: Edições 70, 1997.

COUTO, R.M.L.S. *Mediações Didáticas da Tutoria Online da Geometria Analítica: uma análise à luz da orquestração instrumental e das representações semióticas*. Dissertação de Mestrado defendida no Programa de Pós-graduação em Educação Matemática e Tecnológica da Universidade Federal de Pernambuco. Recife-PE. 2015.

DRIJVERS, P., DOORMAN, M., BOON, P., REED, H., GRAVMEIJER, K. The teacher and the tool: instrumental orchestrations in the technology-rich mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 75 (2), 2010, pp. 213-234.

DUVAL, R. *Semiósis e pensamento humano: registro semiótico e aprendizagens intelectuais*. São Paulo, Editora Livraria da Física, 2009.

DUVAL, R. Registros de representações semióticas e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática. In: MACHADO, S. D. A. *Aprendizagem em matemática: Registros de representação semiótica*. São Paulo: Papirus Editora, 2003, pp.11-33.

DUVAL, R. Gráficos e equações: a articulação de dois registros. *REVEMAT*, 6 (2), pp. 96-112, 2011.

LENOIR, Y. Médiation cognitive et médiation didactique. In: RAISKY, C.; CAILLOT, M. (dir.) *Au-delà des didactiques, Le didactique. Débats autour de concepts fédérateurs*. Bruxelles, De Boeck, 1996.

LENOIR, Y. A intervenção educativa: um constructo teórico para analisar as práticas de ensino. Tradução: PEIXOTO, J. ARAÚJO, C. H. S. *Educativa*, Goiana, v. 14, n. 1, pp. 9-38, Jan/Jun. 2011.

MACHADO DIAS, L. *O Papel do Tutor em Ambientes Online*. 2003. Disponível em <http://portal.iefp.pt>, acessado em 28 de março de 2003.

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

TROUCHE, L. Environnements informatisés et mathématiques: quels usages pour quels apprentissages? *Educational Studies in Mathematics*, 55, 2004, pp. 181-197.

TROUCHE, L. Construction et conduit des instruments dans les apprentissages mathématiques: nécessité des orchestrations. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 25(1), 2005, pp. 91-138.

Rosilângela Lucena – Mestre em Educação Matemática e Tecnológica, Universidade Federal de Pernambuco/UFPE, Programa de Pós-graduação em Educação Matemática e Tecnológica, Rua Rodrigues Ferreira, 45, Bl B, Apto 807, Várzea, Recife, PE. 50810-020, rosi.lucena@gmail.com.

Verônica Gitirana - PhD em Educação Matemática, Universidade Federal de Pernambuco/UFPE, Programa de Pós-graduação em Educação Matemática e Tecnológica, Estrada de Aldeia, Km 14 Cond.Casa Grande D'Aldeia, 208. Aldeia dos Camarás, Camaragibe-PE, 54.683-010, veronica.gitirana@gmail.com.