

TRANSFORMAÇÃO LINEAR EM UM CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA: UMA PROPOSTA DIDÁTICA EM ESTUDO.

Eliza Souza da Silva
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
Universidade Estadual do Pará
ssazile@hotmail.com

Gerson Pastre de Oliveira
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
gpastre@pucsp.br

Resumo:

Este trabalho propõe as bases teóricas e a abordagem metodológica relativas a uma pesquisa de caráter qualitativo que tem como referenciais as teorias das situações didáticas e de aprendizagem significativa, desenvolvidas por Brousseau e Ausubel, respectivamente. Estas bases estão articuladas, no âmbito da pesquisa em questão, com a finalidade de elaborar e analisar sequências didáticas, a fim de alcançar o objetivo principal, que consiste em os alunos serem capazes de alcançarem autonomamente o conceito de transformação linear e sua representação matricial. Neste propósito, foram revisados alguns estudos realizados sobre o ensino e aprendizagem de transformações lineares com o intuito levantar dificuldades inerentes a fim de que se possa construir uma proposta metodológica que vise à minimização das mesmas. Ressalta-se que este trabalho traz como proposta, em sua elaboração, uma intermediação por meio de abordagens que empregarão, sequencialmente, interfaces estáticas (lápiz e papel) e dinâmicas (software Geogebra).

Palavras-chave: Transformações Lineares, aprendizagem significativa, situações didáticas, estratégias pedagógicas, tecnologias no ensino de Matemática.

1. Introdução

No presente artigo, primeiramente, realiza-se um levantamento de estudos com intuito de abordar as dificuldades relativas ao processo de ensino/aprendizagem de transformações lineares por parte de estudantes de Licenciatura em Matemática, apontadas por pesquisadores da área de educação matemática, de modo a que se possa construir uma proposta que vise à minimização das mesmas. No âmbito desta investigação, as principais bases para a construção de um referencial teórico vieram dos trabalhos desenvolvidos por Guy Brousseau e por David Ausubel, concernentes às teorias das situações didáticas e de aprendizagem significativa, respectivamente. As teorias em questão, articuladas no constructo teórico desta proposta, deverão permitir elaborar sequências didáticas que

favorecerão a construção, por parte de alunos de Licenciatura em Matemática, de aprendizagens significativas sobre o conteúdo e conceitos relativos às transformações lineares. A estratégia didática que se pretende implementar aqui prevê o uso de sequências com o emprego de suportes estáticos (lápiz e papel) e dinâmicos (*softwares* computacionais, mais especificamente, o GeoGebra). Em termos metodológicos, as produções dos estudantes, bem como as propostas de sequências didáticas elaboradas no contexto desta pesquisa, serão analisadas a partir dos pressupostos da pesquisa qualitativa. Nas próximas seções, são descritas as bases teóricas e as propostas de atividades que norteiam esta iniciativa.

2. Dificuldades no processo de ensino/aprendizagem

No levantamento da literatura pertinente, analisam-se os estudos referentes à disciplina “Álgebra Linear”, com foco no conteúdo “Transformação Linear”, apresentados por diversos autores. Além disso, apresentam-se estudos que utilizam recursos computacionais como ferramenta de ensino. Esses estudos colaboram de forma a apontar questões de ensino/aprendizagem na disciplina mencionada, fortalecendo a necessidade deste estudo. No âmbito desta pesquisa, a disciplina de Álgebra Linear é tratada como um curso inicial de Matemática e, como tal, podem-se encontrar pontos importantes de ligação com outras disciplinas, como as de Cálculo e a de Equações Diferenciais. Em um primeiro momento, então, é necessário considerar as conexões possíveis entre os conteúdos mencionados, em conjunto com uma análise das dificuldades no ensino/aprendizagem da disciplina de Álgebra Linear, mas especificamente de transformações lineares.

Desta forma, foi necessário buscar elementos teóricos para desenvolvimento do presente trabalho, fundamentais para compreensão das dificuldades enfrentadas pelos estudantes na aquisição do conteúdo das transformações lineares, e que foram encontradas nos trabalhos de diversos autores, a saber: Molina e Oktaç (2007), Rosa, Goulart, Casanova e Lehmann (2009), Soyly e Işık (2008), Gutiérrez e Lara (2006) e Celestino (2000).

Dentre as investigações feitas a fim de analisar as dificuldades apontadas por pesquisadores do assunto, pode-se mencionar o trabalho de Molina e Oktaç (2007), que realizaram investigações em Álgebra Linear concernentes às dificuldades conceituais que este área representa para os alunos, e pela importância que possui no currículo de

licenciaturas e engenharias. Os autores em referência, Molina e Oktac (2007), apresentam uma explicação para as dificuldades dos estudantes com respeito ao conceito de transformação linear segundo o ponto de vista de Fischbein (1987), apresentando as caracterizações utilizadas por este autor acerca do conceito de noções intuitivas, e, por extensão, sobre intuição e modelos intuitivos. Os autores direcionam sua pesquisa para identificar modelos intuitivos que os alunos possuam sobre o conceito de transformações lineares em um contexto geométrico. Para Molina e Oktaç (2007), a construção de um modelo intuitivo não tem por característica mais relevante a inaceitabilidade da teoria matemática, mas a necessidade inconsciente de reduzir o nível de abstração que tem os conceitos ligados à transformação linear. Ao final da pesquisa ora referenciada, os autores apontam a importância de aprofundar as implicações educacionais que defendam a inclusão de figuras geométricas em aula de Álgebra Linear, com o objetivo de que os alunos as utilizem em atividades que incentivem a realização de previsões sobre os efeitos que determinadas transformações geométricas surtem ao serem aplicadas a determinadas figuras, ou até mesmo no processo inverso, de modo que o aluno possa questionar e refletir sobre a transformação envolvida.

Rosa, Goulart, Casanova e Lehmann (2009) abordam o ensino e aprendizagem do conteúdo de Transformação Linear, enfatizando o fato de o mesmo não mostrar uma relação mais direta da Álgebra Linear com a Geometria, o que representa um fator que torna seu ensino mais abstrato. Para estabelecer um direcionamento em sua pesquisa, os autores enfatizam o pressuposto de que o ensino de Matemática deve abranger três componentes fundamentais: a conceituação, a manipulação e a aplicação, destacando a necessidade de existir uma dosagem adequada de cada um destes três componentes a fim de se obter um sucesso no curso. Para realização de sua pesquisa, os autores se apoiaram na exploração de atividades com o uso do software *Winplot* para mostrar Transformações Lineares no plano e os tipos existentes, buscando dar um suporte maior para a interação das Transformações Lineares em outros espaços vetoriais, proporcionando também um estudo mais aprofundado da geometria das Transformações. Os autores argumentam que o *software* serve de auxílio na visualização e no entendimento dos conceitos em tela, proporcionando ao aluno manipular e aplicar o que aprendeu, fazendo uso da Geometria das Transformações.

Soylu e Işık (2008), em seu artigo, explicam que, pelo fato de a Álgebra Linear ser um assunto matemático cujos conceitos tendem a não ser tratados didaticamente de forma

adequada, os alunos passam a memorizar os seus conteúdos em vez de compreendê-los significativamente. Da mesma forma, os autores enfatizam que os alunos muitas vezes, a fim de obter uma aprovação no curso da Álgebra Linear, apresentam um bom desempenho com relação aos procedimentos mecânicos que envolvem tal conhecimento, ou seja, memorizam os algoritmos apresentados dentro do curso, sem que, de fato, consigam compreender de maneira significativa as relações entre conceitos ligados a estes algoritmos. Apoiando-se em Carlson (1993), colocam que a dificuldade de realizar o ensino e a aprendizagem de certos conteúdos de álgebra linear são consequências dos seguintes pressupostos:

- Os alunos da álgebra linear não possuem conhecimentos prévios de conteúdos básicos, e esta situação não é levada em conta pelos professores;
- O principal problema não é o aprendizado de procedimentos algorítmicos, mas a aprendizagem dos conceitos sobre os temas em questão. No entanto, boa parte dos alunos (e, na pesquisa em questão, principalmente os americanos) têm quase nenhuma habilidade neste sentido, exceto para cálculos matemáticos;
- Os métodos adequados de ensino e práticas multidimensionais não são realizados, a fim de ensinar os conceitos sobre os assuntos;
- Nas aulas de álgebra linear, as implementações que exigem que os alunos façam análise e interpretação em relação às lições não são usadas;
- Os alunos não têm a oportunidade de usar os conceitos que aprenderam de modo a ligar os novos dados de forma significativa com conceitos anteriores (Sabella e Redish, 1995);

Deste modo, os autores têm como proposta para minimizar tais problemas a realização de um equilíbrio entre a aprendizagem conceitual e operacional para que os conteúdos de Álgebra Linear, em particular os referentes à Transformação Linear, sejam aprendidos de modo mais eficaz e significativo pelo aluno. Assim, os autores apresentam como objetivo de seu trabalho levantar as razões pelo fracasso, por três vezes consecutivas, de 50 alunos da Universidade de Atatürk em relação ao curso de Álgebra Linear, tendo como questão substantiva o levantamento da influência, em relação ao fracasso escolar, da falta de equilíbrio entre o conhecimento operacional e o conceitual no curso de Álgebra Linear.

Gutiérrez e Lara (2006) apresentam o estudo de transformações lineares como um dos conteúdos de Álgebra Linear que geram grande dificuldade para os alunos. O autor

coloca o fato de os alunos apresentarem dificuldade em relacionar as interpretações geométricas e representações de uma matriz de Transformação Linear, provocando, assim, o surgimento de uma série de problemas no processo de ensino e aprendizagem deste conteúdo. Em sua pesquisa, os autores utilizam o *software Cabri Geometry II Plus*, que permitiu abordar o ensino deste conteúdo de uma forma diferenciada da tradicional. No caso deste trabalho, os autores procuraram apresentar uma visualização das propriedades geométricas a partir do *software Cabri*, considerando que esta abordagem não é facilitada por ambientes de aprendizagem que não fazem uso de programas computacionais específicos.

Celestino (2000) realizou uma pesquisa com relação ao ensino de Álgebra Linear, por meio de uma metodologia de estado da arte, aplicada à Educação Matemática. O autor relacionou os estudos realizados por três pesquisadores nacionais, Amarildo Melchhiades da Silva, Marlene Alves Dias (1998) e Rute Henrique da Silva (1999), em comparação com as investigações realizadas por pesquisadores internacionais, colocando em destaque as semelhanças e diferenças sobre o ensino e aprendizagem de Álgebra Linear. Com relação às pesquisas realizadas por Silva (1997) e Dias (1998), observou que os estudantes apresentaram grande dificuldade com situações que envolviam demonstrações, apesar de apresentarem domínio das técnicas de resolução. Com relação aos trabalhos realizados por Silva (1999), destacou que os professores buscavam formas diferenciadas de abordar o conteúdo, o que coincidiu com pesquisas internacionais, nas quais foi apurado que o grau de liberdade do professor é bem maior do que a prevista na teoria de transposição didática proposta por Chevallard (1995). De modo geral, a pesquisa realizada por Celestino (2000) visa situar o leitor acerca da situação do ensino e aprendizagem de Álgebra Linear no panorama de década de 1990, onde o autor constata que a preocupação com ensino e aprendizagem desta disciplina, no Brasil, ainda é muito recente.

Os trabalhos mencionados neste ponto indicam que as dificuldades de caráter conceitual predominam em relação ao tema discutido nesta investigação. A partir deste pressuposto, o referencial teórico deve oferecer subsídios para a reflexão sobre as abordagens a serem utilizadas, inclusive quanto às estratégias didáticas que permitirão tratar da questão norteadora.

3. Aportes Teóricos

O fato de os estudantes apresentarem mais domínio em relação aos algoritmos ligados às transformações lineares do que nos significados e conceitos das mesmas pode ser atinente à expectativa de que o papel discente seja apenas o de reproduzir modelos professorais. No âmbito de ensino e aprendizagem, as práticas e ações do professor e do aluno são regidas por um conjunto de regras, normas e representações, majoritariamente implícitas e que determinam condicionamentos na relação destes sujeitos entre si e com o saber matemático. O objetivo de tal normatização não anunciada é, prioritariamente, a aprendizagem dos estudantes. Neste sentido, Brousseau (1990) caracteriza o contrato didático pelo conjunto de obrigações e sanções recíprocas da relação didática. O autor coloca que o contrato didático também diz respeito às negociações entre um aluno (ou um grupo de alunos), um meio e um sistema educacional, representado pelo professor. Desse modo, a noção de contrato didático pode servir para pensar a administração de uma situação didática dentro de sala de aula, papel este assumido pelo professor. O tipo de contrato didático depende desta estratégia, desenvolvida através da proposta docente, se ligada à reprodução de conteúdos, a partir de modelos e exercícios repetitivos, ou se interessada em construir situações nas quais os alunos persigam os conhecimentos a construir mediante investigações ligadas a problemas para os quais o professor não traz – nem conduz a – respostas prontas. Deve-se enfatizar que um mau gerenciamento, por parte do professor, pode provocar dificuldade na aquisição de um novo conhecimento para o aluno. Assim, rupturas e renegociações do contrato podem ocorrer, mas não em excesso, de modo que semelhante instabilidade não venha a ter efeitos prejudiciais ao processo de construção do conhecimento.

Em função destas considerações, o modelo de contrato eleito para os instrumentos desta investigação segue a lógica indicada na teoria das situações didáticas, apresentada por Brousseau (1986) como um modelo de interação de um indivíduo com um meio específico que condiciona o processo de aquisição de certo conhecimento, o que frequentemente ocorre no âmbito de propostas que concorram para provocar certo desequilíbrio cognitivo e um movimento de reorganização desta mesma estrutura a partir da compreensão, pela via investigativa, dos conceitos incluídos em uma proposta de ensino. Desta forma, uma situação didática representaria uma rede de processos de interação entre o aluno, o professor e o saber, que é organizada no âmbito dos espaços de ensino (a sala de aula, por exemplo) tendo por contexto significativo um *milieu* antagônico

e por constituintes algumas fases, entendidas como dialéticas, e certas estratégias, baseadas, essencialmente, em problematizações.

Uma situação didática é formada de interações pedagógicas entre professor, aluno e saber buscando desenvolver atividades voltadas ao ensino e aprendizagem de um determinado conteúdo. Ou seja, o objetivo principal de estudo das situações é a situação didática e não o aluno, uma vez que é ela a responsável pela relação meio-professor-aluno-saber para obtenção de uma aprendizagem mais significativa. Como colocado por Almouloud (2007, p. 33), “o objetivo central da teoria das situações é a situação didática”.

Deve ser ressaltado que a proposta da teoria das situações é a de que, entre o momento de aceitação do problema e momento de sua resolução, a participação do professor ocorra de forma quase despercebida, na medida em que ele procura não intervir nas decisões dos alunos lhes fornecendo subsídios para construção do conhecimento que deve ser aprendido: seu papel é de mediador da aprendizagem através da elaboração de problemas adequados. O aluno é levado à obtenção de conhecimentos novos que se justificam pela lógica interna da situação e pela construção própria de respostas às questões envolvidas. A esta proposta, Brousseau (1997) denomina situação adidática. Brousseau, (1997, p.47) diz que “as situações adidáticas são aquelas situações de aprendizagem nas quais o professor foi bem sucedido na remoção de sua vontade” e de eventuais informações mais específicas sobre o conteúdo do saber a ser abordado, de modo que, “elas ocorrem sem a intervenção do professor no que se refere ao conhecimento”. Nestes casos, então, o aluno não percebe a intencionalidade didática do professor, ainda que a mesma exista, efetivamente, e passa a aceitar a responsabilidade pela investigação e descoberta de respostas que são, em última instância, o saber que se quer consolidar. O sucesso dos alunos ao lidar com situações adidáticas determina a apropriação dos conhecimentos mobilizados por eles durante a resolução dos problemas contidos na situação, de modo autônomo. Essa característica da situação lhe atribui um caráter imprescindível dentro do processo de aprendizagem.

Neste contexto, Perrin-Glorian (1999) chama de situação fundamental ao conjunto de situações adidáticas que habilitam a introdução de conhecimentos com base em uma epistemologia de caráter científico – trata-se, então, de um conjunto característico de um saber e/ou conhecimento, de forma que os distintos valores atribuídos às variáveis didáticas devem permitir gerir as situações que representam, de forma ampla, o saber em questão.

Em uma situação didática, o professor não pode declarar antecipadamente o que realmente deseja como resposta do aluno, mas deve ter preocupações em garantir a aceitação e responsabilidade, por parte do aluno, na busca de respostas para as questões na qual ele está inserido. A este ato, no qual o professor faz com que o aluno aceite a responsabilidade por uma situação de aprendizagem (adidática), se responsabilizando também pelas consequências desta transferência, Brousseau (2008, p.91) denomina *devolução*. O aluno não diferencia de modo imediato, na situação, o que tem origem didática do que tem origem adidática. Brousseau (2008, p.89), com relação às contribuições esperadas durante a fase de devolução, afirma que “o ensino tem por objetivo principal o funcionamento do conhecimento como produção livre do aluno em suas relações com o meio adidático”. Neste sentido, Brousseau (2008, p.90) coloca que “o aluno adquire conhecimentos por meio de diversas formas de adaptação às restrições de seu entorno”, e ainda, a fim de reforçar seu posicionamento, o autor afirma que “o valor dos conhecimentos adquiridos dessa forma depende da qualidade do meio como motivador de um funcionamento ‘real’, cultural, do saber”.

Um importante componente estrutural da teoria das situações é por Brousseau (1986) denominado de *milieu*, que deve ser organizado pelo docente, em conjunto com as situações, de modo a subsidiar a construção do conhecimento por parte dos alunos. Além disso, o *milieu* sem intencionalidade didática não é adequado ao processo de construção do conhecimento. Por outro lado, o *milieu* eminentemente antagonista deve permitir ao aluno agir de modo autônomo em relação às situações que participa e em relação às interações junto ao professor, dando condições ao aluno de refletir sobre seus posicionamentos e ações. Desse modo, o aluno aprende corrigindo suas ações e antecipando os seus efeitos. Partindo deste pressuposto, as situações e em que os alunos estão inseridos (com intuito didático) são para eles o *milieu* de referência, sobre o qual exercem a sua capacidade de construir conhecimento e aprendizado.

A teoria das situações didáticas é constituída de quatro fases, que são ação, formulação, validação e institucionalização. Na fase de ação, o aluno é levado a tomar decisões e os saberes passam a ser colocados em prática a fim de solucionar um problema proposto. Na formulação, as estratégias para solucionar o problema são explicitadas, enquanto que a fase de validação ocorre visando uma correção cultural ou empírica, para garantir a pertinência, adequação, adaptação ou conformidade dos conhecimentos mobilizados. Por fim, na institucionalização, o professor retoma o que foi realizado no

trabalho de pesquisa dos estudantes, em sessões coletivas, e sintetiza este saber, fixando o estatuto válido do conhecimento matemático. De modo geral, durante a realização das interações ocorridas no âmbito de uma situação constituída visando à aquisição de um determinado conhecimento, as fases componentes estão intimamente ligadas, levando o aluno a se responsabilizar pelo gerenciamento de sua relação com o saber nas dialéticas de ação, formulação e validação e o professor a se responsabilizar pela institucionalização do mesmo. Analisar o processo compreendido pelo trabalho dos agentes da relação didática em relação ao saber em todas estas fases possibilita um melhor entendimento de como o conhecimento é construído no decorrer da situação em que está inserido. Inicialmente, ele, o saber, está ligado ao contexto da situação; posteriormente, é descontextualizado, ganhando assim um *status* de objeto de estudo, e, finalmente, é recontextualizado, passando a ser uma ferramenta para ser usada em outras situações.

A finalidade, nesta pesquisa, de criar situações didáticas para licenciandos em Matemática pretende incentivar a aprendizagem significativa deste conteúdo, de acordo com o referencial aqui exposto, relativo à teoria da aprendizagem significativa, que tem caráter cognitivista, uma vez que propõe um constructo teórico cognitivo para explicar o trabalho de aquisição e retenção de conhecimentos. No âmbito da teoria, tal movimento ocorre por meio da estruturação de várias etapas divididas em níveis intercomunicantes, que vão sendo constituídos temporalmente. Para Ausubel (2003), dois são os tipos relevantes de aprendizagem, a de caráter significativo e a de caráter mecânico. Vale dizer que na teoria mencionada, apesar da prevalência atribuída ao primeiro tipo, existe uma visão de que as mesmas podem ser complementares.

Na teoria em questão, a aprendizagem ocorre de forma significativa quando um conceito inédito que se queira introduzir conecta-se de forma substantiva e não arbitrária em relação a outros conhecimentos importantes preexistentes na estrutura cognitiva do sujeito, no âmbito de um processo mais amplo de assimilação e retenção de novos conhecimentos. Os subsunçores, conhecimentos já presentes nos constructos cognitivos, têm organização hierárquica e, em tese, encontram-se disponíveis de forma estabilizada e clara na mente do sujeito.

De outro modo, segundo Ausubel (2003), a aprendizagem mecânica pode ter aspectos deletérios, quando priorizada, no que se refere à aquisição e a retenção do conhecimento. Para este autor, os saberes adquiridos a partir desta modalidade não permanecem prolongadamente. Isto porque a mente humana tem dificuldades de trabalhar

eficientemente com informações que se relacionam de forma arbitrária e literal com outras já estruturadas – este tipo de tarefa é melhor conduzida por sistemas computacionais. Assim, essa aprendizagem, em decorrência dos conhecimentos mobilizados serem armazenados de modo arbitrário, ocorre sem que os novos conceitos estabeleçam ligações com os subsunçores, aqueles elementos que são ancoradores no processo de assimilação de um dado indivíduo. Para Ausubel (2003, p.3), “a aprendizagem significativa envolve uma interação seletiva entre o novo material de aprendizagem e as ideias pré-existentes na estrutura cognitiva”. Assim, o termo ancoragem é colocado para “sugerir a ligação com as ideias pré-existentes”.

Com relação à aprendizagem por memorização, os estudos promovidos por Ausubel (2003) indicam que os conteúdos aprendidos assim, por não apresentarem um ancoramento ao sistema ideário existente, são muito vulneráveis a interferência proativas e retroativas, o que colabora para o esquecimento, caracterizando, assim, uma capacidade de retenção muito fraca. No entanto, Ausubel (2003) relaciona as duas dimensões de maneira não dicotômica, indicando a aprendizagem por memorização como relacionada às primeiras etapas da aquisição – a superação destas etapas se consolida a partir da ancoragem.

Em termos de estratégia, Ausubel (2003) recomenda a utilização de organizadores prévios como um mecanismo pedagógico que possibilita a implementação de princípios de diferenciação progressiva e de reconciliação integrada, servindo de ponte entre o que o aluno já sabe e o que precisa saber. Tais organizadores podem ser expositivos (quando o material a ser trabalhado é predominantemente desconhecido) ou comparativos (quando se pretende a integração de novas ideias com as semelhantes já existentes na estrutura cognitiva). Segundo Ausubel (2003, p.152), “independente da forma como material de aprendizagem está organizado “[...] é possível que a aprendizagem e a retenção ainda possam ser facilitadas” pela “utilização de organizadores avançados a um nível apropriado de inclusão”. Deste modo Ausubel (2003) coloca que os organizadores devem ser construídos de modo a fornecer conceitos, proposições e princípios para a subsunção das ideias pretendidas na aprendizagem.

4. Abordagem metodológica

Este trabalho tem como proposta a elaboração de sequências didáticas divididas em duas etapas:

- A primeira etapa é composta por atividades que se destinam à mobilização de conceitos subsunçores. A sequência aqui terá a função de organizador prévio comparativo, à medida que estará ligada aos conceitos correlatos necessários (operações com matrizes e sistemas, por exemplo). Ao mesmo tempo, será possível avaliar a prevalência de erros e obstáculos que eventualmente surjam. Esta atividade terá suporte estático, não utilizando *softwares*;
- A segunda etapa trabalhará com os significados das transformações lineares por meios do uso de um programa computacional, o GeoGebra, permitindo realizar um tratamento da escrita algébrica através da observação e análise do comportamento de determinadas aplicações. Será possível, então, discutir a representação matricial das transformações lineares, bem como incentivar que o aluno envolvido observe, de modo autônomo, significados e características dos conceitos correlatos (base, por exemplo).

A análise deverá permitir, por meio das sequências, acompanhar a trajetória investigativa dos estudantes envolvidos, enquanto se lançam em dialéticas de ação, formulação e validação, bem como compreender o caráter significativo ou não da aprendizagem após a institucionalização.

Na investigação ora relatada será utilizada a metodologia qualitativa de análise, por meio da observação das interações no contexto proporcionado pelo *milieu* antagônico e descrição intensiva, para posterior interpretação, das atividades componentes das sequências didáticas. Isto será possível por meio do contato sistemático com os sujeitos, que são alunos escolhidos aleatoriamente em um curso de Licenciatura em Matemática de uma universidade pública da cidade de Belém, no estado do Pará. Os fenômenos em jogo têm as características descritas por Oliveira (2007):

As questões que surgiam e que causavam o impulso em direção da busca de sentidos e elucidações tinham caráter particular, não podiam ser generalizadas em torno de quantidades sempre aplicáveis e de percentuais infalíveis, pedindo, antes, descrições que apontassem na busca das respostas direcionadas pelo problema (OLIVEIRA, 2007, p.27).

Por meio da verificação do conteúdo das atividades realizadas pelos professores será possível analisar fenômenos que detêm o que Laville e Dione (1999, p.41) nomeiam de multicausalidade, ingrediente típico de um cenário humano e suas complexidades. Isto

quer dizer que os fenômenos mencionados neste estudo poderão apresentar diversas propostas para as atividades indicadas nas sequências, o que deverá acarretar soluções distintas e indicadoras de trajetórias peculiares. Desta forma, a abordagem qualitativa permite abarcar este universo humano e suas interações – neste caso, entre os estudantes sujeitos da pesquisa e as atividades matemáticas propostas. Outra questão importante que justifica a abordagem qualitativa é sua essência descritiva, fundamental para a compreensão dos fenômenos que surgem nesta pesquisa (Bogdan e Blikem, 1994, p.47; Oliveira, 2007, p.30).

5. Ponto em que a pesquisa está

A pesquisa está em fase de indicação aleatória dos sujeitos e de construção e teste dos instrumentos. Até este momento, além dos constructos teóricos expostos, e da abordagem metodológica eleita, verifica-se a disponibilidade de laboratórios e a correta instalação do *software* GeoGebra nos mesmos. Como pode ser necessário familiarizar os estudantes com o uso da interface informática, uma formação neste sentido está em preparação.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem pelo apoio obtido junto da Universidade Estadual do Pará para a realização deste trabalho.

7. Referências

AUSUBEL, D. **Aquisição e retenção de conhecimentos:** Uma perspectiva cognitiva. 1.ed. Lisboa: Ed. Platano, 2003.

BOGDAN, Robert ; BLIKEN, Sari. **Investigação qualitativa em educação. Uma introdução à teoria e aos métodos.** Porto: Porto Editora, 1994.

BROUSSEAU, Guy. La théorisation des phénomènes d'enseignement des mathématiques Thèse d'état, 1986. Disponível em: <http://guy-brousseau.com/46/resume-de-la-these-detat-1986/>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2012.

BROUSSEAU, Guy. Le contrat didactique et le concept de milieu: Dévolution, 1990. Disponível em : <http://guy-brousseau.com/2325/le-contrat-didactique-et-le-concept-de-milieu-devolution-1990/>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2012.

BROUSSEAU, Guy. **Introdução ao estudo das situações didáticas**: Conteúdos e métodos de ensino. 1ª ed. São Paulo: Ática, 2008.

BROUSSEAU, Guy. La théorie des situations didactiques. In : Université de montréal, 1997. Disponível em: <http://guy-brousseau.com/1694/la-theorie-des-situations-didactiques-le-cours-de-montreal-1997>. Acesso em: 13 de mar. 2012.

CELESTINO, Marcos Roberto. **Ensino-aprendizagem da álgebra linear**: as pesquisas brasileiras na década de 90. 2000. 114 f. (Mestrado em Educação Matemática)- Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

GUTIÉRREZ, Luís Esteban Macías; LARA, Héctor Portillo. Transformaciones Lineales con Cabri II Plus. In: III Congreso Iberoamericano de Cabri. IBEROCABRI 2006.

LAVILLE, Christian; DIONNE, Jean. A construção do saber manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas. Porto Alegre: Artmed. Editora UFMG, 1999.

MOLINA, Juan Gabriel, OKTAÇ. Asuman. Concepciones de la transformación lineal en contexto geométrico. Disponível em: <http://scielo.unam.mx/pdf/relime/v10n2/v10n2a4.pdf>. Acessado em: 26 de mar. 2013.

OLIVEIRA, Gerson Pastre. **Avaliação em cursos on-line colaborativos**: uma abordagem multidimensional. 2007. 200 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

PERRIN-GLORIAN, Marie-Jeanne. **Problèmes d'articulation de cadres théoriques**: l'exemple Du concept de milieu. Recherches em didactique des mathématiques. Vol.19, n°3, pp. 279-322, 1999.

ROSA. Odileia da S. *et al.* Explorando as transformações lineares no plano, através do software winplot. In: Revista TECCEN, volume 2, número 2, setembro de 2009. Disponível em: <http://www.edu-doc.com/ebook/odileia.html>. Acessado em: 26 de mar. 2012.

SOYLU, Yasin, IŞIK Ahmet. Teaching Linear Algebra: Conceptual and procedural learning in linear transformation. In: Educational Research Journal, Vol. 23, No. 2, Winter 2008. Disponível em: http://hkier.fed.cuhk.edu.hk/journal/wp-content/uploads/2010/06/erj_v23n2_203-226.pdf. Acessado em: 23 de mar. 2012.