



Ensino e aprendizagem de cálculo baseados nas contribuições da Teoria da Formação por Etapas das Ações Mentais

Bezerra, Nilra J. F.^a, Darsie, Marta M. P.^b

^aDoutoranda em Educação em Ciências e Matemática/REAMEC/IFRR.

^bDoutora em Educação. Coordenadora do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática/REAMEC/UFMT.

ARTICLE INFO

Received: 3 December 2013

Accepted: 17 June 2014

Keywords:

Higher education.
Calculus teaching.
Galperin's theory.
Ausubel's theory.

E-mail addresses:

nilrajane@ifrr.edu.br;
marponda@uol.com.br

ISSN 2007-9842

© 2014 Institute of Science Education.
All rights reserved

ABSTRACT

This article aim is to investigate if the organization of teaching Calculation using Activity Problems Situations and based on the assumptions of the theory of stepwise formation of mental actions promotes meaningful learning in students of Mathematics degree from the Federal Institute of Roraima - IFRR. We assume that the organization of teaching Calculation using the Guidance of Action Base Type III - BOA III, proposed by Galperin in Formation Theory in stages of mental actions may constitute a potentially significant material for the student. The research took place in the context of the Federal Institute of Roraima - IFRR from a pedagogical intervention during the disciplines of Calculus I and II, in 2013. In the organization of teaching, considering the Galperin's theory, actions of learning go through a process of change and become from material to mental raising the degree of assimilation, with the purpose of directing the student to the process of generalization. In this excerpt of the research we present the results applied to the study of Function Limit of a real variable and analyzes the beckon that the activity study presented as a set of actions, which in turn consists on operations, offers the possibility to achieve the purpose of teaching and make evident whether there was a significant learning, provided that there is a concern when planning the teaching following the steps proposed by Galperin and has time enough to realize the development of students in the three levels: materialized, verbal and mental, in other words, there must be a transformation of external activity into internal to occur the meaningful learning.

Este artigo tem como objetivo investigar se a organização do ensino de Cálculo utilizando Atividade de Situações Problemas e baseada nos pressupostos da teoria da formação por etapas das ações mentais promove a aprendizagem significativa nos estudantes da Licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Roraima - IFRR. Partimos do pressuposto que a organização do ensino de Cálculo utilizando a Base Orientadora da Ação do tipo III - BOA III, proposta por Galperin na Teoria da Formação por etapas das Ações Mentais pode se constituir em um material potencialmente significativo para o estudante. A pesquisa ocorreu no contexto do Instituto Federal de Roraima - IFRR a partir de uma intervenção pedagógica, durante as disciplinas de Cálculo I e II, no ano de 2013. Na organização do ensino, considerando a teoria de Galperin, as ações de aprendizagem passam por um processo de modificação e se transformam de material a mental elevando o grau de assimilação, com o propósito de encaminhar o aluno ao processo de generalização. Nesse recorte da pesquisa apresenta-se os resultados aplicados na unidade de Limite de Função de uma variável real e as análises acenam que a atividade de estudo apresentada como um conjunto de ações, que por sua vez é constituída por operações, oferece a possibilidade de alcançar o objetivo de ensino e de evidenciar se houve aprendizagem significativa desde que, haja uma preocupação ao planejar o ensino seguindo as etapas proposta por Galperin e tenha tempo suficiente para perceber o desenvolvimento dos estudantes nos três níveis: materializado, verbal e mental, ou seja, deve haver a transformação da atividade externa em interna para que que ocorra a aprendizagem significativa.

I INTRODUÇÃO

Em Matemática quando nos referimos ao processo de ensino e aprendizagem, podemos citar duas perspectivas epistemológicas. A primeira, historicamente mais presentes nas salas de aula, identifica apenas o ensino como transmissão de conhecimentos e a aprendizagem como mera recepção de conteúdos. A segunda perspectiva ainda pouco explorada nas nossas escolas repassa para o aluno a responsabilidade pela sua própria aprendizagem tendo o professor no papel de mediador, ou seja, o sujeito responsável por gerar situações de ensino que propiciem ao aluno uma aprendizagem mais significativa.

O nosso estudo se alicerça nessa última perspectiva, tem como objeto a organização do ensino de Cálculo Diferencial e Integral de Função de uma Variável a partir da elaboração de Atividades de Situações Problemas. A busca por compreender esse objeto de estudo nos levou a constatação de diversas pesquisas (D'Avoglio, 2002; Kurata, 2007; Miranda, 2010; Abreu, 2011) que investigaram questões relacionadas ao ensino de Cálculo e todas apresentam críticas à forma como o ensino dessa disciplina vem sendo praticada. Nesse sentido, apresenta-se esse estudo que visa responder se a organização do ensino a partir de Atividades de Situações Problemas e baseada nos pressupostos da Teoria da Formação por Etapas das Ações Mentais de Galperin promove Aprendizagem Significativa dos conceitos de Limite na disciplina de Cálculo da Licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Roraima – IFRR.

O conceito central da teoria de Ausubel é o de Aprendizagem Significativa, que para ele, é um processo que se dá por meio do qual uma nova informação relaciona-se com aspectos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. A teoria de Galperin consiste em encontrar a forma adequada da ação, que se caracteriza pelo nível de apropriação de conhecimento pelo aluno que se dá a partir de um percurso de transformação da ação externa para ação interna, ou seja, de material para a mental. Tal mudança ocorre em três níveis de ação: material, verbal e mental.

Há um vasto campo de estudo na área da Educação apoiado nas teorias desenvolvidas por esses teóricos, a psicologia da educação vem sendo solicitada a contribuir e ao longo dos anos tem acumulado conhecimentos teóricos sobre os processos de aprender e ensinar, assim trazem sugestões que acenam com ricas possibilidades de aplicação na prática pedagógica e também no campo da pesquisa educacional. Isso nos direcionou para a realização de uma pesquisa em que pudesse colocar em prática tais fundamentos teóricos, mas que também pudesse buscar soluções para algumas questões emergenciais no campo da Educação Matemática, área da nossa atuação e pesquisa.

Foi feita uma intervenção pedagógica nas disciplinas de Cálculo I e II no segundo e terceiro períodos da Licenciatura em Matemática, sendo que para os resultados dessa pesquisa, fez-se análise do estudo de Limite, aplicado em Cálculo I. Do ponto de vista da abordagem do problema da pesquisa, esta se classifica como qualitativa, Gil (1991) considera que neste tipo de pesquisa há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números.

A coleta de dados foi feita a partir da realização de uma pesquisa-ação, que segundo Sandin Esteban (2010, p. 167) é uma pesquisa orientada à prática educacional e a finalidade essencial “não é o acúmulo de conhecimentos sobre o ensino ou a compreensão da realidade, mas fundamentalmente contribuir com informações que orientem a tomada de decisões e os processos de mudanças para a sua melhoria”. Quanto à análise dos dados, partimos de pressupostos descritos por Apolinário (2006, p. 159) em relação à pesquisa qualitativa. Ele ressalta que nesse tipo de pesquisa “[...] a análise dos dados terá por objetivo simplesmente compreender um fenômeno em seu sentido mais intenso, em vez de produzir inferências que possam levar à constituição de leis gerais ou a extrapolação que permitam fazer previsões válidas sobre a realidade futura”.

II TEORIA DA FORMAÇÃO POR ETAPAS DAS AÇÕES MENTAIS

A Teoria da Formação por Etapas das Ações Mentais criada por Galperin vem da teoria histórico-cultural, defendida por Vigotski, além de Galperin, este teórico teve na sua escola outros colaboradores. Davydov, que formulou a teoria do ensino Desenvolvimental, critica em suas pesquisas a transmissão de conteúdos utilizados para a aprendizagem dos

alunos de modo tradicional, ele defende o estudo dos produtos culturais e científicos da humanidade, no sentido de buscar elementos que expliquem o percurso investigativo para se chegar a estes produtos, para ele as ações de aprendizagem é o procedimento prático utilizado para realização destas estratégias. As contribuições de Davydov sobre a realização das ações de aprendizagem demonstram que é por meio de atividades de abstração e generalização bem como da realização dos exercícios escolares, que torna possível direcionar as ações das crianças para a aprendizagem de um conteúdo, bem como ensiná-los a manejar seus processos cognitivos (Davidov, 1988).

Leóntiev é mais um colaborador de Vigotski e comunga com a ideia de que a natureza social da atividade psíquica ocorre por meio da experiência social. Para ele o aluno consegue estabelecer relações com os objetos por meio da atividade que é formada por ações que são realizadas por intermédio de operações tanto materiais, como intelectuais. A realização dessas ações se dá visando um determinado objetivo, que no caso do aluno é a sua aprendizagem. As ações de aprendizagem são consideradas como unidade central, a mola propulsora que direciona o sujeito à assimilação do objeto, ou seja, o estudo é uma atividade constituída por um motivo que impulsiona a ação rumo a um objetivo. O reconhecimento que a atividade interna ou mental é decorrente da atividade material ou externa é atribuído a Vigostki pelo autor, entretanto este não esclarece os mecanismos ou processos em que ocorre esta transformação (Leóntiev, 1988).

Galperin percebeu que este processo poderia se constituir como seu objeto de estudo e assim ampliou os pressupostos já estudados por Vygotsky e seus seguidores criando a Teoria da Formação das Etapas de Ações Mentais.

Assim ele deixa claro esse processo e descreve que a atividade antes de ser mental deve percorrer algumas etapas que se iniciam com uma base orientadora da ação, seguida da formação da ação material ou materializada, avançando em direção à formação da ação verbal externa. É nesse momento que se dá a apropriação da linguagem externa para si, desencadeando na linguagem interna. Essa é a teoria da formação por etapas das ações mentais de Galperin que ganhou força por meio das pesquisas realizadas por Talízina, esta dedica-se ao estudo de assuntos relacionados à assimilação de conceitos segundo as idades das crianças e os mecanismos que as levam a generalização (Talízina, 1988).

Galperin, ao analisar o sistema de ensino da Rússia, constatou que as dificuldades dos alunos estão vinculadas às bases que servem de orientação e que organizam as suas ações mentais, isto é, ao modelo que organiza a forma de pensar e conduzir as ações dos alunos na formação de conceitos. Conforme o autor, tais bases são insuficientes e inadequadas à formação de um pensamento teórico, pois tanto levam os alunos à resolução erradas das tarefas, quanto promovem a adequada transformação do plano material em mental.

Nessa teoria, a atividade tipicamente humana de “estudo” requer um conjunto de múltiplas ações a serem cumpridas, para que o aluno adquira os conhecimentos e se desenvolva intelectualmente. Nesse sentido, Talízina (1988), esclarece que estudo é atividade caracterizada por um sistema de ações unidas por um motivo que, em seu conjunto, asseguram que o objetivo da atividade da qual fazem parte seja atingido. Ela ainda acrescenta que, o elo central dessa teoria é admitir a ação como unidade de qualquer atividade humana, entre elas o estudo. A sua execução pelo homem está vinculada a um objetivo que, por sua vez, surge de uma necessidade que também é geradora de um motivo.

Entretanto, na ação se “inclui um determinado conjunto de operações, que se cumprem em uma ordem determinada e em correspondência com determinada regra. O cumprimento consecutivo das operações forma o processo de cumprimento da ação”. (Talízina, 1988, p. 58).

É importante reafirmar a necessidade de escola refletir sobre as ações que propõe à execução dos estudantes. Pensando assim Galperin preocupou-se em organizar um sistema de ensino fundamentado em ‘etapas das ações mentais’ que proporcione à ascensão do conhecimento do aprendiz ao mais alto nível intelectual. A teoria de Galperin consiste em encontrar a forma adequada da ação, que se caracteriza pelo nível de apropriação de conhecimento pelo estudante. Há, pois, um percurso de transformação de ação externa para ação interna, isto é, de material para a mental. Tal mudança ocorre em três níveis de ação: material, verbal e mental.

Para Galperin *et al.* (1967, p. 273-275), há diferentes modos de ocorrer um ato mental, cada qual apresenta suas propriedades características fundamentais, ou seja, aquelas cujos modos são aceitos, e, portanto, tornam-se parâmetros.

Entretanto, em todo ato mental – formação de um conceito – é caracterizado por dois “componentes constituintes”: traços operantes e propriedades operantes. Nesse sentido, em todo ato mental de um indivíduo humano são distinguidos quatro parâmetros.

O primeiro parâmetro, em ‘nível de processo’, em que se apresentam três níveis: material ou materializado, palavra oral e o intelectual. No nível material ou materializado, a atenção se volta para a descrição dos traços fundamentais do objeto.

O nível caracterizado pela palavra oral, em que as observações são explicitadas em voz alta, procedimento considerado essencial para o processo de formação de pensamento. O intelectual, o último nível em que o traço essencial é um ato exclusivamente mental.

O segundo parâmetro trata-se do grau de generalização no qual, para Galperin *et al.* (1967), separam as propriedades essenciais das não essenciais. É identificada por meio das situações em que o aluno recorre aos conceitos para aplicá-lo em conformidade com suas condições para tal. A generalização ocorre de forma correta quando o aluno consegue determinar as propriedades fundamentais do objeto conforme as orientações destacadas pela base orientadora da ação na execução da atividade.

O terceiro parâmetro é o grau completo, por demonstrar três possibilidades dos estudantes na realização das operações: aquelas que realizam efetivamente, ou aquelas mais simples que realmente podem executar ou, ainda, um modo mais completo de operações. O quarto parâmetro, grau de internalização, também se refere às condições psicológicas em que a ação passa a ser um “ato próprio do indivíduo” em que o estudante articula várias ideias conceituais. Igualmente ao terceiro parâmetro pode acontecer um percurso marcado por pouca ou muita facilidade. Outra característica é a identificação e destaque do tipo de operação - simples ou complexas – no desenvolvimento da ação. Galperin *et al.* (1967) assinalam que todos esses parâmetros são independentes entre si, no entanto, é possível generalizá-los em um mesmo processo.

Estes parâmetros são importantes para a formação completa de um ato mental. As atividades se traduzem na forma material ou materializada, que requerem subsídios suficientes para a transformação do conhecimento, do pensamento para um nível mais elevado. As imagens são superadas na sua completude pela linguagem verbal, ou seja, desprendem-se dos objetos materiais. É possível, portanto, converter a forma verbal externa em um ato mental interno, o aluno agora “fala para si” esse ato transformado em um pensamento verbal.

Nessa pesquisa a aplicação da Teoria foi realizada no ensino de Cálculo, mais especificamente no estudo de Limite de Função de uma variável real a partir de atividades de situações problemas. Os princípios que norteiam essa teoria permitem ao professor organizar as ações de ensino e encaminhar o processo de aprendizagem dos alunos na direção de seu desenvolvimento, dando condições a estes para atuar conscientemente na vida escolar e em sociedade.

Ao considerar esta teoria, a organização do ensino de Cálculo iniciou pela adoção de aspectos externos, objetivos e materiais indo gradativamente para os aspectos que requerem um nível interno, mental e abstrato por parte do aluno.

Nesse caso, as ações a serem executadas passaram por um processo de modificação: abreviando, simplificando-se, automatizando, passam a ganhar certa rapidez e ao mesmo tempo em que podem ser acompanhadas, num intuito de orientar-se na direção da aprendizagem.

Aprendizagem esta que deve ocorrer de forma significativa tal qual estabelece Ausubel. Essa é a proposta da pesquisa, analisar se ao organizar o ensino como propõe Galperin, a aprendizagem se dá como Ausubel estabelece em sua teoria, ou seja, o significado lógico do material de aprendizagem se transforma em significado psicológico para o aprendiz” (Moreira, 1999, p. 09). A sessão que segue destina-se a esclarecer pontos dessa teoria em sala de aula.

III A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM SALA DE AULA

Ausubel é autor de uma frase que merece ser refletida por todos educadores que atuam no processo ensino e aprendizagem em sala de aula: “Se tivéssemos que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diríamos: o fator singular mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra isto e ensine-o de acordo” (Ausubel *et al.*, 1980, p.137).

Para este teórico, aprendizagem significativa é um processo em que a nova informação a ser aprendida deve se relacionar de forma não-literal e não-arbitrária a um aspecto relevante já existente na estrutura cognitiva do indivíduo,

ele ressalta que nesse processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, que ele denomina de “conceito subsunso” existente na estrutura cognitiva de quem aprende. Resumindo, segundo Ausubel, a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação “âncora-se” em conhecimentos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva (Moreira, 1999, p. 11).

Sobre essa aprendizagem em sala de aula, Ausubel estabelece que, a aprendizagem significativa por recepção, é considerada a base da maior parte do conhecimento escolar. Na maioria das vezes o que se observa na prática educativa é a ocorrência de uma aprendizagem mecânica. Coll e outros (1996, p. 73) citam os erros mais comuns cometidos pelos professores na aprendizagem por recepção:

A utilização precoce de métodos unicamente verbais com estudantes cognitivamente imaturos. A exposição desorganizada e arbitrária de fatos não relacionados ou de princípios explicativos. O fracasso na integração entre as novas ideias, conceitos ou proposições com os materiais expostos anteriormente. A utilização de procedimentos de avaliação que verificam apenas a capacidade dos estudantes para reproduzir ideias de forma literal ou em contexto igual ao que foi aprendida.

Ausubel *et al.* (1980, p. 33) destacam que a aprendizagem significativa receptiva é importante para a educação, pois, segundo eles, seria o “mecanismo humano, por excelência, de aquisição e armazenamento de uma vasta quantidade de ideias e informações representadas por algum campo de conhecimento”. Eles também ressaltam que, o ensino em sala de aula deve ser organizado em termos da aprendizagem significativa receptiva enquanto processo cognitivo ativo e não passivo.

A estrutura cognitiva prévia e a organização significativa da matéria de ensino, que o aluno possui, devem ser consideradas na elaboração da programação instrucional pelos professores, em decorrência de sua importância na aprendizagem receptiva significativa. Segundo Ausubel *et al.* (1980, p. 37), deve-se considerar o potencial significativo do material a ser aprendido, sem esquecer que este varia em relação à experiência prévia e a fatores como idade, Q.I. e condições socioeconômicas dos alunos.

Esses autores salientam que, para haver uma incorporação dos novos conhecimentos com a estrutura cognitiva preexistente, os professores podem utilizar os organizadores prévios, que atuam como uma “ponte” entre o conhecimento que o aluno já possui e o que ele precisa conhecer a fim de assimilar de forma significativa os novos conhecimentos.

Para Ausubel, os organizadores prévios são de dois tipos: organizador expositivo: é utilizado quando o aluno não tem nenhuma familiaridade com a matéria a ser ensinada; organizador comparativo: neste caso, o aluno deve estar familiarizado com o assunto a ser tratado ou o assunto a ser tratado pode ser relacionado com as ideias já existentes em sua estrutura cognitiva. A fim de que os organizadores prévios sejam corretamente elaborados, é necessário conhecer a estrutura cognitiva prévia dos alunos, Isto não é uma tarefa fácil. Entretanto, cabe aos professores organizar, de forma significativa, o que irá ser ensinado para que se possa relacionar de maneira ativa a estrutura conceitual de uma disciplina com a estrutura cognitiva dos alunos.

Assim os professores devem decidir o que é importante que seus alunos aprendam, discernir quais as disciplinas que estão prontas para aprender, dosar adequadamente a transmissão de informações e decidir sobre a quantidade adequada e o grau de dificuldade das tarefas de aprendizagem (Ausubel *et al.*, 1980, p. 9). Certos de que a ocorrência da aprendizagem significativa é importante no processo ensino e aprendizagem busca-se estudar quais seriam os elementos relevantes que deveriam ser disponibilizados na estrutura cognitiva dos estudantes quando submetidos ao ensino de Cálculo.

Desta forma, ao organizar as seqüências didáticas na intervenção pedagógica que realizou-se nessa pesquisa, fez-se inicialmente uma análise para saber se os estudantes dispõem de subsunçores necessários à aprendizagem significativa do novo conceito a ser aprendido. Utilizou-se também organizadores prévios, estes servem para facilitar a aprendizagem, pois funcionam como “pontes cognitivas”. Segundo Ausubel (2003, p. 171), “a principal função do organizador prévio é servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisa saber para aprender significativamente a tarefa com que se depara”. Ou seja, devemos organizar o ensino buscando preencher a lacuna entre o que o aluno já sabe e o que ele precisa saber para que o novo conceito seja aprendido de forma significativa.

Neste sentido, os organizadores prévios utilizados nessa pesquisa foram alguns problemas apresentados em um nível maior de abstração. Esses problemas eram sempre trabalhados em um nível mais geral, como material introdutório, antes de chegar aos conceitos que iriam ser estudados, servindo sempre de ponto de partida para aquisição do novo conceito pelos estudantes.

IV RESULTADOS: O ENSINO DE CÁLCULO COM BASE NA TEORIA DE GALPERIN

Apresenta-se aqui os principais resultados do estudo, analisado sob o ponto de vista da pesquisa qualitativa. A análise está organizada pelas etapas descritas por Galperin e estão classificadas em ordem progressiva da própria disposição teórica. A etapa motivacional foi realizada com vistas a atingir dois objetivos, o primeiro, de se constituir um organizador prévio, isto é, servir de âncora para o conceito de Limite de Função, o segundo, de servir como um momento de motivação da aula. Foi concretizada por meio da aplicação de problemas que remetem a questões do cotidiano e que estão relacionadas ao estudo de funções. Esse foi um momento privilegiado de estudos em que os estudantes participaram, obtiveram bons desempenhos e demonstraram interesse pelas aulas.

As sequências didáticas foram organizadas a partir das Atividades de Situações Problemas (ASP) e portanto, o objetivo foi que os estudantes construíssem e compreendessem o conceito de limite de função de uma variável real com base na solução dos problemas. Para análise dessa pesquisa, na solução dos problemas trabalhou-se as seguintes categorias: compreender o problema, construir o modelo matemático, solucionar o modelo matemático e interpretar a solução. Para melhor interpretação dos resultados, cada uma dessas categorias foram desdobradas em sub categorias.

Galperin (apud. Talízina, 1988, p.138), refere-se às ações cognitivas ausentes (desconhecidas), como ações que se modelam a partir do contexto externo, que são assimiladas pela explanação dos conceitos particulares, ou gerais, através dos objetos ou práticas exteriores da ação da sua base orientadora. Portanto, fundamenta-se o processo de Formação da Atividade (estudo de limite), na Teoria da Formação por Etapas das Ações Mentais, provendo a análise do processo de desenvolvimento das aulas práticas e pelas ações realizadas (Talízina, 1988, p.138). Segundo as Etapas de Galperin, na medida em que o desenvolvimento da ação nova se realiza, simultaneamente ocorre transformação das características das ações executadas, onde se configura a assimilação do conceito.

Desta maneira, a assimilação das ações mentais das ideias conceituais de Limite, foram modeladas na estrutura de um sistema de quatro ações, apresentadas inicialmente no contexto de problemas, que transcorrem como um processo único, assegurando-se nos conceitos particulares por ideias intuitivas, para desenvolver o conceito geral.

Segundo Talízina (1988), para a construção de uma atividade de ensino, o planejamento deverá conter os pressupostos gerais do processo de assimilação de acordo com a Teoria de Formação por Etapas das Ações Mentais.

Portanto, a formação da ASP para assimilação do conhecimento novo (limite) deverá atender os seguintes pressupostos gerais:

- A atividade deverá ser elaborada no estudo de limite por meio dos elementos essenciais que compõem as ações; determinar o nível de partida inicial na atividade cognitiva dos estudantes.
- Definir o objetivo geral e os objetivos específicos de ensino.
- Escolher a base orientadora da ação (BOA) apropriada com a identificação da situação do problema de ensino.
- Prever a qualidade da assimilação estruturada; iniciar a exposição prática a partir dos conceitos particulares para formular o conceito geral, como também pode ocorrer ao contrário.
- Desenvolver parte das atividades em forma de situações problemas.
- Selecionar os problemas de abordagem do conteúdo.
- Identificar durante o processo elementos focais de dificuldades do processo na retroalimentação e corrigir os elementos focais de dificuldade no desenvolvimento do processo.

Na identificação situacional do Nível de Partida, obteve-se nos resultados do teste diagnóstico, os comparativos de desempenho qualitativos dos acadêmicos, quanto ao conhecimento e aplicação dos conceitos de funções. Desse modo, observou-se que, os estudantes aplicaram os conceitos para solucionar problemas com modelos elaborados, no entanto,

demonstraram dificuldades para elaborar os modelos matemáticos tanto com as variáveis e incógnitas visivelmente identificadas, quanto em problemas com estes elementos implícitos. Portanto, de acordo com as análises, observa-se que, cerca de cinco dos onze acadêmicos possuíam habilidades para a transferência de conceitos de funções e resolvem situações problema sem modelos elaborados. Este item, foi identificado como fator essencial na retroalimentação das dificuldades, as quais foram desenvolvidas em duas aulas seguintes.

Na fase formativa e mediadora, as atividades foram realizadas com foco na constituição e desenvolvimento das etapas descritas por Galperin: 1ª Etapa - Base Orientadora da Ação; 2ª Etapa – Material ou Materializada; 3ª Etapa - Ação Verbal Externa; 4ª Etapa – Formação da Ação da Linguagem Externa e 5ª Etapa - Formação da Ação da Linguagem Interna. De modo que, ao passo do desenvolvimento das Atividade de Situações Problemas em Limite, o estudante perpassou pelas etapas qualitativas de constituição do conhecimento transformado de acordo com as características das ações dependentes.

A Base Orientadora expressa o sistema de condições para assimilação do conceito. Dentre aquelas estudadas por Galperin, aqui, a opção foi pelo tipo de BOA III por ter maior aproximação com as peculiaridades do objetivo e do objeto da ação referente à apropriação do conceito de limite de função e com a característica da ordem das operações. Reafirma-se que essa BOA se caracteriza por ser generalizada, completa e independente. Para tanto, o estudante terá a sua disposição as orientações para a realização das operações ou tarefas, que nessa pesquisa se refere a resolução de problemas relacionados ao conceito de Limite de uma Função, Limites Laterais, Limites Infinitos, Limites no Infinito e Continuidades. Todas as orientações dão ênfase ao modo geral do conceito e seus invariantes, porém partindo quase sempre de casos particulares.

Como qualquer instrumento, a base orientadora da ação situa-se entre o sujeito e o objeto da ação, tendo como principal função fazer a mediação entre a ação e a solução da situação-problema (contexto de ocorrência da ação), fornecendo-lhe uma orientação acerca dos meios necessários para obter o êxito da ação (Galperin, 1989, p. 70). A base orientadora da ação precisa ser colocada em prática, Talízina (1988, p. 135), por exemplo, adverte que é inútil esperar que se forme o pensamento matemático para começar a ensinar matemática, pois só o ensino de matemática conduz ao desenvolvimento do pensamento matemático.

Na etapa Material ou Materializada, é conveniente que se explique ao estudante como deve usar os componentes do conceito para solucionar qualquer problema que se apresente. Além disso, é orientado para que se aplique cada componente a cada parte da material, ou seja, transferir todas as condições de uma operação/situação para as demais. É necessário salientar que a etapa materializada é muito importante, o que requer a presença constante do professor na orientação dos alunos em atividade de estudo. É nesse momento, segundo Gallperin e Talízina, (1967), que se viabilizam os componentes do conceito que se expande em todas as situações/operações, bem como para as demais etapas.

A etapa da ação materializada foi desenvolvida com os estudantes, de maneira detalhada, ao passo da execução das operações da Atividade de Situações Problema com o auxílio da professora realizando um controle das ações.

Desse modo, as ações se transformaram no método detalhado na resolução de problemas, que envolveram os conceitos fundamentais de Limite, por ideias intuitivas, particulares e gerais do conteúdo. Observou-se que os estudantes inicialmente apresentaram dificuldades para assimilar os conceitos, em virtude de dois elementos novos associados: o conteúdo de Limite e a resolução de problemas envolvendo estes conceitos. Não somente o conhecimento novo, mas também a presença de mais uma pessoa na sala de aula observando e filmando as aulas, contribuiu para a inibição inicial dos alunos, quanto a expressão de suas ideias e desempenho na solução dos problemas propostos.

No entanto, a partir da terceira semana, os estudantes não demonstraram mais tanta timidez em relação a câmera e nem com a presença da pesquisadora e colaboradores. Quando lançada a pergunta de maneira informal e individual, sobre a filmagem e a presença de colaboradores da pesquisa, alguns acadêmicos (A_n) responderam o seguinte: “já me acostumei, mas no começo eu ficava com vergonha (A_2)”; “não, pra mim não tem problema não (A_6)”; o terceiro acadêmico apenas olhou para a câmera e sorriu, demonstrando ainda não se sentir à vontade. Diante o exposto, foi observado que os estudantes estavam aprendendo algo novo, mas ainda não haviam adquirido habilidade para verbalizar, o que também contribuiu para a inibição dos mesmos, pois observou-se também que eles faziam perguntas particulares

para a professora sobre o assunto, no momento das atividades práticas em sala de aula, mas não verbalizaram de maneira geral no momento da exposição da aula.

Essa também foi uma atitude esperada, pois as dúvidas surgem com mais frequência no momento das execuções das ações e com menos frequência nas aulas explicativas. A ação prática da professora, fez com que os alunos criassem maior proximidade entre si para solucionar os problemas, mesmo fora do ambiente da instituição de ensino, formaram grupo de estudo e até mesmo testaram softwares para a demonstração dos modelos gráficos. Neste contexto, a ação verbal apresentou maior consistência na observação da interação dos alunos e a motivação para estudar o assunto ficou mais evidente quando alguns descobriram que eram capazes de realizar as atividades.

Na Etapa da Ação Verbal, o desempenho geral dos alunos foram razoavelmente consciente, destacados na resolução dos problemas. Neste primeiro momento, foram analisadas as primeiras evidências de assimilação dos conceitos, com base na ideia intuitiva de Limite de função representada pela resolução dos problemas da Tangente e da Velocidade, estes são problemas clássicos do Cálculo Diferencial e Integral encontrados em boa parte dos livros didáticos. As ações dos estudantes foram observadas na realização das situações problemas de acordo com a estratégia da ASP para cada problema analisado e o desempenho qualitativo, na etapa verbal, apresentou um nível abaixo das expectativas, no entanto, essa primeira análise não foi considerada como uma situação negativa, pois o grau de complexidade para a resolução dos problemas aumentou consideravelmente. A retroalimentação da prática procedeu com base em atividades também prática de resolução de problemas e modelos elaborados para calcular Limites.

Na Etapa da Ação da Linguagem Externa, do mesmo modo, considerou-se também que cada problema, apresentou nível de complexidade superior ao anterior. Então, mesmo que o estudantes tenha obtido um bom desempenho nos problemas anteriores, com a elevação da complexidade, a compreensão tende a uma assimilação mais lenta. Essa etapa se distingue da anterior pelo fato de que, nesta, a ação se realiza em silêncio. Observando o desempenho dos estudantes nesta etapa, percebe-se um avanço por meio da aplicação das atividades de situações problema, mas a participação efetiva destes estudantes nas aulas práticas, foi sem dúvida fundamental para o desenvolvimento das ideias intuitivas e conceituais de limite, tendo em vista que ficou nítida as dificuldades daqueles que não se faziam presentes em todas as aulas.

A Etapa da Formação da Ação em Linguagem Interna, se trata do ato do pensamento, onde o processo está oculto. Sem dúvida, uma das etapas mais difíceis de analisar. É nesta etapa que deve haver a generalização dos conceitos por parte dos alunos que desenvolvem as atividades de forma independente. Essas características foram observadas na pesquisa a partir da solução de problemas que envolveu o conceito de continuidade, considera-se importante analisar essa etapa nesse contexto, pois para a compreensão do conceito de continuidade de função o estudante deve possuir de forma consciente o conceito de limite. Na solução destes problemas os acadêmicos tiveram que compreender as condições de “continuidade de função” e de forma independente aplicá-las na resolução dos problemas propostos. Nessa etapa, foi notado que apenas cinco dos onze acadêmicos atingiram plenamente os objetivos, traduzindo o conceito de Limite e Continuidade de função de forma totalmente consciente.

V ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Nesta pesquisa buscou-se, através de uma análise qualitativa, avaliar o processo de construção do conceito de Limite de Função de uma variável real pautada nos pressupostos da Teoria da Formação por Etapas das Ações Mentais com vistas a propiciar aprendizagem significativa. O processo percorrido na perspectiva dessas teorias cognitivas nos mostra que elementos importantes podem surgir nas interações em sala de aula e que devem ser levados em consideração pelo professor. A proposta de desenvolver as sequências didáticas sob enfoque da resolução de Atividades de Situações Problemas (ASP) fez com que os estudantes percebessem a importância de perpassar por cada etapa, desde a compreensão do problema e construção do modelo matemático até a interpretação da solução.

A Teoria de Galperin oferece ao professor uma possibilidade teórica para a organização do ensino, uma vez que seu próprio experimento e de seus seguidores, com base científica, mostram que os estudantes, até então desinteressados

nas aulas, envolvem-se ativamente na atividade de estudo. Isto já estabelece uma condição para que ocorra aprendizagem significativa, o estudante estar predisposto a aprender, como salienta Ausubel em sua teoria. Outra observação que pode-se destacar referente à aproximação dessas duas teorias encontra-se em um dos pontos defendidos por Ausubel e que diz respeito a etapa verbal descrita por Galperin. Ausubel considera a linguagem como importante facilitador da aprendizagem significativa, para ele “a linguagem clarifica os significados, tornando-os mais precisos e transferíveis” (Moreira, 1999, p. 163).

Analisando a turma como um todo por meios das atividades, observação e testes aplicados durante a intervenção, chega-se a conclusão que boa parte dos estudantes foi capaz, não só de compreender os conceitos de Limite de função, como também de se desenvolver do ponto de vista cognitivo. Muitas foram as evidências a esse respeito e em cada uma delas, havia a configuração de que os pressupostos teóricos da teoria da formação por etapas das ações mentais pode fornecer meios para tornar a aprendizagem mais significativa para o estudante.

A estratégia utilizada no encaminhamento das aulas, a ASP, também se mostrou como um ponto bastante positivo, a resolução dos problemas pelos estudantes promoveu uma evolução gradativa de modo a torná-los independentes em suas ações. Sabe-se que o processo para a aquisição da aprendizagem significativa demanda tempo e relatar como se deu o desenvolvimento cognitivo dos estudantes nessa perspectiva implica descrever as evidências, que para o próprio Ausubel, nem sempre é fácil de observar.

Desta forma, esclarece-se que essa pesquisa terá continuidade e que no decorrer das próximas fases, espera-se obter conclusões mais detalhadas sobre a aprendizagem dos estudantes, destaca-se mais uma vez que foi evidente a potencialidade da teoria de Galperin para fornecer base segura para um ensino pleno de sentido. As considerações apresentadas nessa pesquisa visam contribuir com o corpo teórico sobre a aprendizagem e ensino, particularmente adequado ao ensino de Cálculo. Acredita-se que este estudo, ainda em andamento no âmbito do Programa de Pós-graduação em Educação em Ensino de Ciências e Matemática pela Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática–REAMEC/UFMT, oferece perspectivas novas, estimulantes e, sobretudo, viáveis para a organização do ensino de Cálculo na perspectiva da teoria de Galperin, pois serve como ponte articuladora da aprendizagem significativa, levando o estudante a se perceber aprendendo e conduzindo-os a uma independência intelectual.

REFERÊNCIAS

Abreu, Osvaldo Honório de. (2011). *Discutindo algumas relações possíveis entre a intuição e rigor e entre imagem conceitual e definição conceitual no ensino de Limite e continuidade em Cálculo I*. Dissertação Mestrado UFOP. Ouro Preto: UFOP.

Apolinário, F. (2011). *Metodologia da Ciência: filosofia e prática da pesquisa*. São Paulo: Cengage Learning.

Ausubel, D. (2003) *Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Editora Plátano.

Ausubel, D. P., Novak, J. D. & Hanesian, H. (1980). *Psicologia educacional*. Eva Nick (Trad.). Rio de Janeiro: Interamericana.

Coll, C., Palacios, J. E & Marchesi. A. (1996). *Desenvolvimento psicológico e educação: psicologia da educação*. Angélica Mello Alves (Trad.). Porto Alegre: Artes Médicas.

Davydov, V. V. (1988). *La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico: investigación teórica y experimental*. Moscú: Editorial Progreso.

D’Avoglio, A. R. (2002). *Derivada de uma função num ponto: uma forma significativa de introduzir o conceito*.

Dissertação Mestrado PUC. São Paulo: PUC.

Galperin, P. (1989). Organization of mental activity and effectiveness of learning. *Soviet Psychology*, 27(3), 65-82.

Galperin, P. & Talyzina, N. F. (1967). La formación de conceptos geométricos elementales y su dependência sobre la participación dirigida de los alumnos. Em: *Psicologia Soviética Contemporânea*. La Habana: Instituto del Libro. pp. 273-302.

Gil, A. C. (1991). *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas. 3ª ed.

Kurata, K. (2007). *O ensino de Cálculo para cursos superiores de Tecnologia na área ambiental: aspectos motivacionais do aluno*. Dissertação Mestrado. São Paulo: CEETEPS.

Leontiev, A. N. (1988). *Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil*. Em: Vygotsky, Luria, Leontiev. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. São Paulo: Ícone Editora.

Miranda, A. M. (2010). *As tecnologias da informação no estudo de Cálculo na perspectiva da aprendizagem significativa*. Dissertação Mestrado. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto.

Moreira, M. A. (1999). *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: EPU.

Sandín, Ma. P. (2010). *Pesquisa qualitativa em educação: fundamentos e tradições*. Cabrera, M. (Trad.). Porto Alegre: AMGH.

Talízina, N. F. (1988). *Psicologia de la enseñanza*. Moscú: Progreso.