



REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA MOBILIZADOS POR ESTUDANTES DO ENSINO SUPERIOR EM ATIVIDADE ENVOLVENDO O CONCEITO DE FUNÇÃO

Eliane Miotto Kamphorst¹

Angéli Cervi Gabbi²

Cátia Maria Nehring³

Carmo Henrique Kamphorst⁴

Educação Matemática no Ensino Superior

Resumo: A presente produção busca apresentar resultados parciais de uma pesquisa que procura evidenciar aspectos revelados acerca da compreensão do conceito de função, por estudantes do ensino superior. Justifica-se a realização desta pesquisa diante da importância atribuída à compreensão do conceito de função à aprendizagem de conceitos na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral, disciplina esta, responsável por elevados índices de reprovação e evasão. Assim sendo, optou-se, nesta comunicação científica, por analisar os registros de representação, escritos e orais, produzidos por um grupo de onze estudantes dos cursos de Matemática (Licenciatura), Engenharia Civil e Engenharia Elétrica de uma universidade comunitária do estado do Rio Grande do Sul, em uma atividade de ensino que envolveu o conceito de função. A análise busca aporte teórico na Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Duval (2006), e objetiva constatar e analisar as transformações entre diferentes registros de representação do conceito de função, que os estudantes mobilizaram na execução da atividade. Os resultados desta análise evidenciam a necessidade de um ensino voltado à proposição e instauração de situações de aprendizagem que instiguem os estudantes a mobilizarem diferentes registros de representação de um mesmo objeto de estudo e, sobretudo, que instiguem a realização de transformações entre diferentes registros, a fim de viabilizar a compreensão do conceito de função e, conseqüentemente, contribuir com a compreensão de conceitos da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral.

Palavras Chaves: Funções. Registros de Representação Semiótica. Cálculo Diferencial e Integral. Atividade de ensino.

INTRODUÇÃO

Diversas pesquisas apontam dificuldades em relação à aprendizagem de conceitos em disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral, dentre elas Wisland, Freitas e Ishida (2014), Pagani e Alevatto (2014) e Barufi (1999). Estas citam a disciplina como responsável por elevados índices de evasão e reprovação, nos mais diversos cursos de ensino superior em que integra o currículo, em especial, nos cursos das áreas de Ciências Exatas e Engenharias.

¹ Doutoranda em Educação nas Ciências, Docente da URI – GEEM. anne@uri.edu.br

² Doutoranda em Educação nas Ciências, Docente do IFRS – GEEM. angeli.gabbi@ibiruba.ifrs.edu.br

³ Docente do Programa de Pós-Graduação em Educação nas Ciências da UNIJUÍ – DCEEng – GEEM; Orientadora. catia@unijui.edu.br

⁴ Docente do Departamento de Ciências Exatas e da Terra da URI/FW, membro do grupo de Pesquisa GEEM. caro@uri.edu.br

Dentre as razões apontadas para o insucesso em relação à aprendizagem de conceitos da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral, citam-se: problemas de ordem didático-pedagógico e a falta de domínio de conceitos matemáticos básicos por parte dos estudantes no início do ensino superior.

Os conceitos matemáticos da educação básica constituem a base do raciocínio abstrato desenvolvido pelos alunos. Nos anos finais do ensino fundamental são estabelecidos os primeiros contatos com a análise numérica, algébrica e geométrica, competências estas que são aprimoradas, posteriormente, no ensino médio, e constituem a base para elaboração dos conceitos que estruturam as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral.

Rezende cita ainda um problema de natureza epistemológica, destacando que:

Antes de tudo cabe destacar que a maior parte do território do lugar-matriz das dificuldades de aprendizagem do ensino superior de Cálculo encontra-se no ensino básico. A evitação/ausência das ideias e problemas construtores do Cálculo no ensino básico de matemática constitui, efetivamente, o maior obstáculo de natureza epistemológica do ensino de Cálculo, e porque não dizer do próprio ensino de matemática. É incompreensível que o Cálculo, conhecimento tão importante para a construção e evolução do próprio conhecimento matemático, não participe do ensino de matemática. O cálculo é, metaforicamente falando, a espinha dorsal do conhecimento matemático. (2003, p. 403).

Todavia, é inegável a importância da compreensão conceitual de conhecimentos matemáticos básicos para a reconstrução e compreensão dos conceitos da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral. E, dentre estes conhecimentos básicos pode-se destacar o conceito de função, visto que ele é estruturante dos conceitos fundamentais da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral, tais como, limites, derivadas e integrais.

Assim sendo, partindo da premissa que o domínio do conceito de função é essencial para viabilizar a compreensão de conceitos de Cálculo Diferencial e Integral, estamos desenvolvendo uma pesquisa visando identificar o que estudantes do ensino superior revelam acerca da compreensão deste conceito, a partir da proposição e vivência de atividades de ensino desenvolvidas com um grupo de onze estudantes universitários.

A pesquisa que se propôs é qualitativa e integra a pesquisa de tese das duas primeiras autoras, sob orientação da terceira, acerca do ensino e da aprendizagem do conceito de limite. Nela propôs-se o planejamento e o desenvolvimento de atividades de ensino voltadas ao estudo do conceito de funções, a um grupo de

onze estudantes universitários dos cursos de Matemática (Licenciatura), Engenharia Civil e Engenharia Elétrica.

Nesta produção trazemos uma atividade planejada e vivenciada no quarto encontro, de um total de sete realizados. Nela, procurou-se, a partir da proposição de uma situação problema envolvendo a análise da descontinuidade de uma função, instigar o emprego de diferentes registros de representação do conceito de função, com o intuito de observar as transformações envolvendo estas representações, realizadas pelos estudantes.

Objetiva-se, nesta comunicação científica, analisar os registros escritos e orais produzidos pelos estudantes no decorrer da execução da atividade de ensino, visando constatar as atividades de tratamento (transformação com permanência em um mesmo registro de representação) e conversão (transformação na qual se transita de um registro de representação para outro) mobilizadas ao evocar o conceito de função.

O estudo tem como aporte teórico na Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Duval (2006), segundo a qual a compreensão de um conceito matemático, só será possível mediante sua capacidade de realizar associações entre diferentes registros de representação de um mesmo objeto de estudo. Fato este, que justifica a realização do estudo apresentado, visto que a compreensão do conceito de função também é fundamental para a aprendizagem de conceitos de Cálculo Diferencial e Integral.

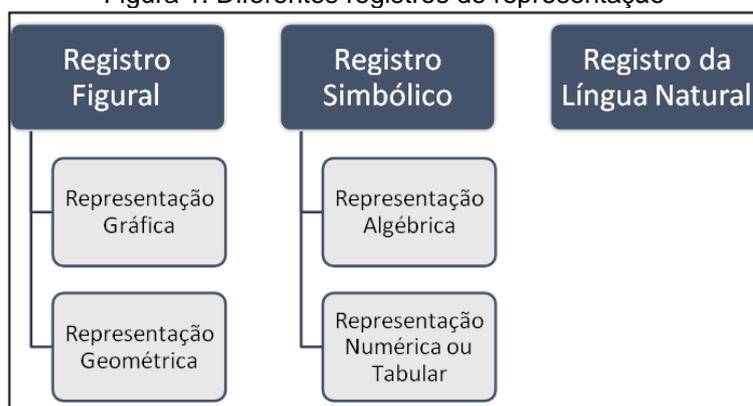
APORTE TEÓRICO – REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO E O CONCEITO DE FUNÇÃO

Duval (2006), através da Teoria dos Registros de Representação Semiótica, atribui o insucesso da aprendizagem de conceitos matemáticos à dificuldade que os estudantes têm em diferenciar o objeto estudado da representação que o torna acessível. Contudo, afirma que as representações assumem um papel decisivo na aprendizagem e no ensino da matemática, não havendo possibilidade de um sujeito mobilizar o conhecimento matemático sem realizar uma atividade de representação. Para o autor, não pode haver *noésis* sem *semiósis*, ou seja, não há conceitualização de um objeto sem utilizar, para isso, representações do objeto.

Duval (2006) concentra seus estudos na aprendizagem matemática focada em três atividades cognitivas para a compreensão da mesma, a formação, o

tratamento e a conversão. A atividade de formação é compreendida como a constituição de uma marca que pode ser identificada como representação de um objeto, podendo esta ser figural, simbólica ou da língua natural. O registro figural engloba os registros de representações gráficas e os registros de representações geométricas, incluindo os diferentes tipos de gráficos, desenhos, esquemas ou representações figurais. O Registro de Representação simbólico caracteriza-se pelas representações algébricas e numéricas ou tabulares, e inclui expressões algébricas, equações, notações, expressões ou sequências numéricas e tabelas ou quadros. E, o registro da língua natural corresponde à expressão oral ou escrita acerca de determinado conhecimento.

Figura 1: Diferentes registros de representação



Fonte: Kamphorst; Nehring (2016, p. 4).

O tratamento consiste de uma transformação com a permanência no mesmo registro, algo comum de se observar nas atividades propostas aos alunos, ao privilegiar um determinado registro. Enquanto a conversão é uma transformação de representação de um mesmo objeto no qual se transita de um registro para outro. Um exemplo de conversão consiste na passagem da forma algébrica de uma função para sua representação gráfica e vice-versa.

Segundo Duval (2009) a utilização dos diferentes registros de representações semióticas contribui para uma reorganização do pensamento do aluno e influencia a atividade cognitiva da pessoa que as utiliza. Nesta perspectiva a aprendizagem de conceitos matemáticos implica na coordenação de pelo menos dois registros de representação, manifestada pela possibilidade de efetuar transformações de conversão nos registros semióticos.

Contudo, Damm (2012) afirma que muitas pesquisas em Educação Matemática apontam para a dificuldade dos estudantes transitarem entre uma representação e outra e, que o fato de saber lidar individualmente com as várias

representações de um objeto não representa garantia de uma apreensão significativa.

Dentre os conceitos matemáticos do ensino básico sobre o qual repousa a aprendizagem dos principais conceitos das disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral, cita-se o conceito de função. Define-se função como sendo uma relação estabelecida entre dois conjuntos em que cada elemento do primeiro conjunto (denominado domínio) está associado a um único elemento do segundo conjunto (denominado de contradomínio), independentemente de haver ou não uma expressão algébrica capaz de descrever a relação. (McCALLUM et al., 2011).

O conceito de função é introduzido no nono ano do ensino fundamental e retomado com mais ênfase no primeiro ano do ensino médio. Todavia, ainda no ensino médio, é empregado em outros momentos e situações, tais como: nas funções horárias da velocidade e do deslocamento do estudo da cinemática na disciplina da Física; e, nas funções temporais de juro e montante da matemática financeira.

Trata-se de um conceito útil em inúmeras situações práticas, do cotidiano, nas quais se deseja descrever o comportamento de uma variável que depende de outra, como por exemplo, o consumo de combustível de um automóvel que depende do número de quilômetros rodados, a quantidade de tinta necessária para pintar uma casa que depende da área das paredes a ser pintada, o montante produzido por uma aplicação que depende do tempo deste investimento, o preço de um produto que depende de sua demanda, o atrito produzido pelos pneus do carro que depende de sua área de contato com a superfície, a temperatura de ebulição da água que depende da altitude em relação ao nível do mar, entre outros. Além da vasta aplicabilidade em situações cotidianas, o conceito de função também é estruturador de conceitos matemáticos do ensino superior, entre eles os conceitos de limites, derivadas e integrais das disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral.

Atualmente, a aprendizagem dos conceitos de limites, derivadas e integrais, entre outros, se sustenta a partir de uma compreensão do conceito de função, perpassando assim, necessariamente, pela capacidade de articulação dos diferentes registros de representação deste conceito.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Visando constatar quais as transformações realizadas entre diferentes registros de representação do conceito de função, por estudantes universitários, optou-se pela análise dos registros produzidos na vivência de uma atividade de ensino proposta em um encontro realizado com um grupo de onze universitários, dos cursos de Matemática (Licenciatura), Engenharia Civil e Engenharia Elétrica, de uma universidade comunitária do estado do Rio Grande do Sul. A proposição das atividades, encontros de monitoria, foram desenvolvidas, em turno inverso ao das aulas, no segundo semestre do ano de dois mil e dezesseis.

Salienta-se que o encontro analisado consiste do quarto de um total de sete encontros promovidos com o mesmo grupo de estudantes, com o objetivo de contribuir na produção de dados para a construção de dois trabalhos de tese de doutorado, acerca do ensino e da aprendizagem do conceito de funções, respectivamente. A atividade desenvolvida neste encontro consiste da análise da descontinuidade de uma função, conforme apresentado a seguir.

Figura 02: Questões aplicadas na atividade de ensino

Dada a função $f(x) = \frac{x^2-4}{x-2}$, determine:

- Qual é o valor de $f(4)$? E o valor de $f(6)$?
- E qual o valor de $f(2)$? Justifique.
- Que tipo de gráfico representa Esta função? Uma reta? Uma parábola?
- É possível simplificar algebricamente a expressão que define $f(x)$? Em caso afirmativo, obtenha esta expressão e informe se a mesma apresenta alguma restrição.
- No quadro a seguir apresentamos $x = 2$ e valores de x que se aproximam de $x = 2$ pelo lado esquerdo e pelo lado direito. Estabeleça as respectivas imagens, se possível.

x	1,9	1,99	1,999	2	2,001	2,01	2,1
$f(x)$							

- É possível observar algum comportamento da imagem da função nas proximidades de $x = 2$, no quadro anterior?
- Represente graficamente a função.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A opção pela atividade apresentada anteriormente se deu em razão desta instigar o emprego de diferentes formas de registro de representação do conceito de função. Dos onze universitários participantes da pesquisa, dez participaram deste encontro. Destes, somente uma acadêmica ainda não havia tido contato com a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral. Os outros nove, estavam cursando a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I. Salienta-se, que os

estudantes participaram espontaneamente da pesquisa, bem como, assinaram o termo de consentimento requerido pelo comitê de ética em pesquisa.

O encontro foi desenvolvido no Laboratório de Ensino de Matemática da universidade comunitária na qual se realizou a pesquisa. Nele, os estudantes constituíram três grupos, ficando cada grupo disposto em uma mesa. Todos foram desafiados a responder as questões, a partir das discussões promovidas em cada grupo e, quando necessário, houve a intervenção das pesquisadoras através de novos questionamentos e/ou novas proposições de atividades considerando os questionamentos/dúvidas dos estudantes.

Todo o desenvolvimento da atividade foi gravada em vídeo e áudio, possibilitando assim, a organização de dados a partir da transcrição das gravações e a partir dos registros produzidos pelos estudantes. Por questões éticas, os nomes dos estudantes serão mantidos em sigilo, sendo estes identificados por aluno A, B, C, D, E, F, G, H, I e J, respectivamente.

Para a análise dos dados foi considerado o aporte teórico fornecido pela Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Duval (2006), consistindo este no instrumento para a identificação de atividades de tratamento e conversão, realizados pelos estudantes.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

No ensino superior a compreensão do conceito de função é imprescindível para a reconstrução e compreensão de conceitos, especialmente os da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral. Afinal, é possível ensinar limites de uma função, áreas delimitadas por seus gráficos ou taxas de variação das mesmas, sem ter a compreensão do conceito de limite?

Assim sendo, tendo presente a Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Duval (2006), busca-se apresentar a análise e a discussão dos tratamentos e conversões evidenciados nos registros produzidos no decorrer da execução da atividade de ensino desenvolvida.

Na primeira pergunta, “Qual é o valor de $f(4)$? E o valor de $f(6)$?”, nenhum estudante apresentou dificuldades quanto a sua resolução. Todos realizaram uma atividade de tratamento dentro do próprio registro simbólico, ao expressar de forma numérica as duas imagens solicitadas a partir da representação algébrica fornecida para a função.

Todavia também foram constatadas algumas fragilidades no que tange a indicação de respostas para questão “b”, “E qual o valor de $f(2)$? Justifique.”. A maior dificuldade constatada na obtenção de respostas para esta questão consistiu na realização da atividade de conversão do registro simbólico (algébrico ou numérico) no registro da língua natural. Durante a resolução desta questão, alguns comentários, realizados nos grupos, chamam a atenção, são eles:

- B: Como tu vai tirar nada do nada? Nada dividido por nada. Não tem lógica!
- D: Eu acho que é zero.
- E: Como assim, não existe divisão por zero.
- G: É uma indeterminação. Pode ser qualquer número!
- H: Profe, tenho que achar o limite? Porque dá zero sobre zero né, daí tenho que achar o limite?

É notório que nenhum destes estudantes se ateuve, inicialmente, em constatar o domínio da função apresentada. Os diálogos evidenciam ainda, haver dúvidas acerca da possibilidade ou não de haver uma divisão por zero. Os estudantes B e E, especialmente, tinham sua atenção voltada apenas à operacionalização da divisão, não conseguindo, desse modo, associar significação correta à representação de zero sobre zero. O Estudante G, por sua vez, contribuiu informando se tratar de uma indeterminação, a qual poderia representar qualquer número. Já o Estudante H, talvez tenha visto situações semelhantes ao estudar limites em cálculo.

Contudo, apesar das dúvidas iniciais, as respostas apresentadas para a questão “b”, evidenciaram que apenas um dos estudantes concluiu, erroneamente, haver imagem para $x = 2$. Este realizou a fatoração do numerador da expressão que representa a função e, em seguida, sua simplificação, afirmando, equivocadamente, que $f(2) = 4$. Os demais estudantes afirmaram que $f(2)$ não existe. Todavia, destes, três (33%) não apontaram qualquer razão para a não existência, e:

- Três (33%) afirmaram que $x = 2$ não pertence ao domínio da função;
- Dois (22%) apenas afirmaram se tratar de uma indeterminação;
- Um (11%) justificou afirmando se tratar de uma indeterminação, logo não poderia ser representado graficamente por um ponto.

É possível identificar a fragilidade, no desenvolvimento apresentado pelos estudantes em relação ao conceito de função e ao domínio da função, visto que não existe a imagem para o valor $x = 2$, uma vez que este valor não pertence ao domínio da função.

Salienta-se ainda, que todos os estudantes realizaram uma atividade de tratamento para atribuir resposta à questão “b”, transformando a representação

algébrica que expressa a função em uma representação numérica, contudo permanecendo no mesmo registro de representação, o simbólico. Três estudantes afirmaram que $x = 2$ não pertence ao domínio da função, constatando somente após obterem a indeterminação $0/0$. Este fato talvez se justifique pela excessiva preocupação em relação à operacionalização de procedimentos algébricos ou numéricos e pela falta de hábito quanto a realização de uma análise conceitual preliminar da questão.

Ao se depararem com a questão “c”, “Que tipo de gráfico representa esta função? Uma reta? Uma parábola?”, os estudantes de um grupo mencionaram “Vai ser uma parábola né?” (Estudante J); “Não, é uma reta, né?” (Estudante I).

A dúvida destes estudantes certamente se deu em razão da função racional apresentada ter em seu numerador uma expressão quadrática. Entretanto, na sequência, outro estudante argumentou “É uma reta, pois é uma função do segundo grau dividido por uma de primeiro grau”. (Estudante G).

Ao registrarem suas respostas para a questão “c”, todos os dez estudantes responderam, corretamente, ou seja, é uma reta. Destes, sete ainda ressaltaram a presença da descontinuidade em $x = 2$, afirmando existir “uma bolinha vazia” no ponto com esta abscissa, no registro de representação gráfico que representa a função. Dois estudantes (20%) apresentaram um tratamento em suas respostas, ao obterem uma tabela de valores numéricos que satisfazem a expressão algébrica da função, no intuito de constatar que tipo de gráfico obteriam. E, todos realizaram uma conversão ao associarem o registro simbólico expresso pela representação algébrica da função à imagem mental ou o desenho de sua representação gráfica e, posteriormente, o expressarem no registro escrito da língua natural.

Na questão “d” todos os estudantes (100%) souberam simplificar corretamente a expressão $f(x)$, embora dois não evidenciassem a restrição para $x = 2$, para o qual a simplificação algébrica não é possível, em suas respostas. Nesta questão, foi possível observar apenas a realização de tratamentos envolvendo a manipulação de registros simbólicos (expressões algébricas). No entanto, ainda assim, a resolução desta questão suscitou dúvidas em um dos grupos, fato evidenciado pelas seguintes falas:

G: Pega o $\frac{x^2-4}{x-2}$, ai tu divide ele $\frac{(x-2).(x+2)}{(x-2)}$, ai corta os termos iguais e vai dar 4;
F: Não pode cortar porque não vai ser a função original, daí ela vai ser modificada

Constata-se que o Estudante F, apresentou dúvidas acerca da possibilidade de encontrar uma expressão algébrica equivalente a original e, o Estudante G, por sua vez, apresentou erros na sua exposição oral, ao não empregar conceitos como fatoração e simplificação.

Na questão “e” todos os estudantes (100%) realizaram uma atividade de tratamento ao obterem, corretamente, valores numéricos que satisfazem a expressão algébrica da função, contudo permanecendo no registro de representação simbólico. Nesta questão, salienta-se ainda, que todos os alunos também afirmaram corretamente não existir imagem para $x = 2$, empregando o símbolo \nexists (não existe) para tanto. Mesmo assim, no decorrer da resolução desta questão algumas falas, realizadas em um dos grupos, evidenciam incertezas, são elas:

G: Porque não pode dar 0 em baixo.
F: Ah, quando eu chego no 2, boto 0/0 né? Não vou botar o 4. G: Bota não existe.

Na questão “f” todos os estudantes (100%) realizaram uma conversão ao expressarem, corretamente, no registro da língua natural o que observaram e na tabela numérica da questão anterior (registro de representação simbólico). Dentre as respostas dadas, tem-se:

A: Quanto mais x se aproxima de dois, mais a imagem se aproxima de quatro.
B: Quando x tende pelo lado esquerdo a imagem se aproxima de quatro por números menores. Já, quando x tende pela direita a imagem se aproxima de quatro por números maiores que quatro.
D: Os valores chegam cada vez mais perto de quatro, mas não chegam a quatro.
H: Aproximam-se de quatro, porém nesse ponto não existe e será aberto.

Na questão “g” foi solicitada a representação gráfica da função. Atividade esta, realizada com êxito por todos os estudantes. Nesta atividade foram constatadas a realização de tratamento e conversão, por (100%) dos estudantes. O tratamento configurou-se pelas transformações realizadas, dentro do registro simbólico, ao estabelecerem coordenadas numéricas a partir da representação algébrica da função. E, a conversão, foi observada ao transformarem os registros de representação simbólica em um registro de representação figural (representação gráfica).

As respostas dadas pelos estudantes para a questão “h”, a qual solicita a análise gráfica para os valores de x próximos de dois, também foram constatadas a realização de atividades de tratamento e conversão. O tratamento foi constatado apenas em três respostas (30%), mediante transformações entre registros figurais, observadas através de setas construídas sobre o gráfico, que apontam para o ponto de abscissa dois, com o intuito de identificar de qual valor se aproximam suas imagens. A atividade de conversão pode ser observada em todas as respostas (100%) ao transformarem os registros figurais no registro da língua natural.

Por fim, nas respostas dadas para a questão “i”, constatou-se apenas a realização de conversões. Todos os estudantes (100%) expressaram corretamente sua resposta através do registro de representação da língua natural o que observaram na representação gráfica (registro figurar). No Quadro 1 é apresentado uma síntese de todos os tratamentos e conversões observados nas respostas apresentadas pelo grupo de estudantes aos questionamentos das letras “a” até “i”.

Quadro 1 – Síntese das transformações entre registros de representação mobilizados pelos estudantes

Questão	Tratamento	Conversão
a)	A obtenção das respostas envolveu apenas transformações entre registros simbólicos (representações algébricas e numéricas).	
b)	Transformações entre registros simbólicos para constatação da indeterminação.	Transformações do registro simbólico em registro na língua natural.
c)	Transformações entre registros simbólicos a fim de simplificar a expressão.	Registro simbólico expressado pela representação algébrica da função à imagem mental de sua representação gráfica (registro figurar), e o expressaram na língua natural.
d)	Transformações entre registros simbólicos ao manipular as expressões algébricas.	
e)	Transformações entre registros simbólicos (representação algébrica em numérica).	
f)	Transformações entre registros de representação simbólica (representação numérica em representação algébrica via emprego de notações de limite).	Transformações entre registros simbólicos (representação numérica) em registros na língua natural.
g)	Transformações entre registros simbólicos ao estabelecer coordenadas numéricas que satisfazem a expressão algébrica.	Transformação de um registro simbólico em registro figurar (representação gráfica).
h)	Transformações entre registros figurais, observadas a partir da representação de setas orientadoras apontando para o ponto de abscissa $x = 2$ do gráfico.	Transformações entre os registros figurais e o registro da língua natural.
i)		Transformação de um registro figurar em registro da língua natural.

Fonte: Elaborado pelo Autores.

A análise dos registros produzidos pelos dez estudantes que participaram da atividade de ensino, indica compreensão conceitual por parte dos mesmos, os quais conseguiram, através das atividades propostas, mobilizar diferentes registros de representação semiótica do conceito de função (figural, simbólico e da língua natural), bem como, conseguiram executar transformações dentro de um mesmo registro (tratamento) e entre dois registros de representação distintos (conversão). A maior dificuldade observada, no decorrer da atividade, consistiu no emprego do registro de representação da língua natural, de forma argumentativa considerando as propriedades dos registros, ou seja, mobilizando os significados conceituais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A falta de domínio de conceitos matemáticos básicos certamente acarreta prejuízos à aprendizagem dos estudantes do ensino superior em disciplinas como o Cálculo Diferencial e Integral. Dentre os conceitos básicos necessários, merece destaque o conceito de função, visto que se trata de um conceito estruturante dos conceitos de limite, derivadas e integrais.

A análise dos dados coletados evidenciou que o grupo de estudantes que participou da pesquisa, embora com algumas dificuldades pontuais, possui uma boa compreensão acerca do conceito de função. Fato este justificado pelas suas capacidades de mobilização de diferentes registros de representação semiótica do conceito de função, bem como, decorrente de sua capacidade de realizar transformações de tratamento e conversão entre tais registros.

De um modo geral constata-se que a proposição de questões ou situações que induzem à realização de tratamentos consiste em uma tarefa relativamente simples. Bem como, também são estas as questões que normalmente são solucionadas com mais facilidade pelos estudantes. Contudo, o fato de saber lidar com diferentes registros de forma isolada não é garantia de aprendizagem (DAMM, 2012).

Faz-se necessário então, a proposição de problemas e situações de aprendizagem que desafiem os alunos a realizarem transformações entre diferentes tipos de registros de um mesmo objeto de estudo. Neste contexto, justifica-se a importância da proposição de questionamentos que instigam a análise de registros figurais ou simbólicos, visando à argumentação ou justificativa de aspectos observados, também na língua natural. Talvez resida aqui uma das maiores

dificuldades dos nossos estudantes, especialmente daqueles com bom desempenho nas disciplinas que envolvem conhecimentos matemáticos, visto que, tradicionalmente, o ensino de matemática supervalorizou o tratamento de registros simbólicos em detrimento do emprego da língua natural.

REFERÊNCIAS

BARUFI, M. C. B. **A Construção/Negociação de significados no Curso Universitário Inicial de Cálculo Diferencial e Integral**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

DAMM, Regina Flemming. Registros de Representação. In: MACHADO, Silvia Dias Alcântara (Org.). **Educação Matemática: uma (nova) introdução**. São Paulo: EDUC, 2012. p. 167 – 188.

DUVAL, R. Quelle Sémiotique pour l'analyse de l'activité et des productions mathématiques? **Revista Latino Americana de Investigación en Matemática Educativa**, 2006, Vol.9(1), p.45-82

_____. **Semiósis e Pensamento Humano: registros semióticos e aprendizagens intelectuais**. Coleção contextos da ciência – fascículo1. Tradução de Lênio Fernandes Levy e Maria Rosâni Abreu da Silveira. São Paulo: Livraria da física, 2009.

McCALLUM, W. G.; HUGHES-HALLETT, D.; DAVIDIAN, A.; LOVELOCK, D.; SHURE, P.; CONNALLY, E.; CHEIFETZ, P.; LOCK, P. F.; SCHMIERER, E.; PAGANI, E. M. L.; ALEVATTO, N. S. G. Ensino e aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral: um mapeamento das teses e dissertações produzidas no Brasil. **Revista Vidya**. Santa Maria – RS, jul/dez. 2014, v. 34, n.2, pp. 61-74.

REZENDE, W. M. **O Ensino de Cálculo: Dificuldades de Natureza Epistemológica**. Tese de Doutorado. São Paulo: USP, 2003.

SWENSON, C. **Álgebra: função e forma**. Tradução: IORIO, V. M. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

WISLAND, B; FREITAS, M. C. D.; ISHIDA, C. Y. Desempenho acadêmico dos alunos em curso de Engenharia e Licenciatura na disciplina de Cálculo I. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**. Florianópolis – SC, vol. 6, n. 11, 2014, p. 94 – 112.