

Mapas conceituais e sujeitos da experiência em aulas de Cálculo 1¹

SONIA MARIA DA SILVA JUNQUEIRA²

ANA LÚCIA MANRIQUE³

Resumo

O presente artigo tem como objetivo apresentar uma pesquisa realizada com 186 estudantes matriculados em cursos da área de Ciência Exatas de uma Universidade Pública Federal Brasileira. Como instrumento de produção de dados da pesquisa foram empregados os primeiros mapas conceituais elaborados pelos sujeitos investigados, o que se denominou de Mapas Conceituais Iniciais (MCI) e se procedeu uma análise qualitativa com dados quantitativos. Buscou-se uma classificação inicial desses mapas a partir da apropriação da compreensão das Estruturas Hierárquicas Inapropriadas ou Limitadas. A partir dos resultados observados, foram expostos elementos que remeteram à experiência dos estudantes investigados na construção do conhecimento sobre o tema Derivada, no entanto, tem-se de antemão a impossibilidade de saber a real dimensão da experiência de cada um dos sujeitos investigados. Verificou-se que alguns mapas indicaram que sujeitos com formações básicas distintas estão construindo mapas similares sobre Derivada. Aparentemente adentram a esse conhecimento pelo caminho das Técnicas de Derivação, embora, não seja essa a única abordagem a que são expostos durante o processo de formação. Aspectos que remetem à superficialidade do conhecimento construído em aulas de Cálculo 1 também foram evidenciados por meio dos mapas elaborados. Transcender a simples coisificação do objeto e/ou do sujeito deve pautar os processos formadores.

Palavras-chave: Mapas Conceituais Iniciais; Cálculo 1; Construção do Conhecimento

Abstract

This article aims to present a survey conducted with 186 students registered in Exact Sciences classes of a Brazilian Public Federal University. As an instrument of data production research, we employed the initial conceptual maps produced by the examined individuals, which was called Initial Concept Maps (ICM), followed by a qualitative analysis with quantitative data. We sought an initial classification of these maps from the appropriation of understanding of Limited or Inappropriate Hierarchical Structures. From the observed results, the presented elements were related to the experiences of the examined students in the survey about the subject. However, we get, in advance, the impossibility of knowing the real dimension of the experience from each one of the examined individuals. It was found that some of the maps indicated that individuals with distinct basic education were building similar maps about the subject. Apparently, they get this knowledge by Derivation Techniques, though, this is not the only approach they are exposed to during the training process. Aspects that refer to the superficiality of the knowledge built in Calculus 1 classes were also observed through the elaborated maps. To transcend the simple objectification of the object and/or subject should guide the

¹ Trabalho apresentado no IV Encontro de Produção Discente em Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, realizado em 20 de agosto de 2014.

² Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – soniajunqueira@unipampa.edu.br

³ Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – manrique@puc.sp.br

former processes.

Keywords: *Initial Concept Maps; Calculus I; Construction of Knowledge.*

Introdução

O recurso dos mapas conceituais é uma técnica que permite o uso da representação gráfica para a organização do conhecimento e que possibilita o entendimento da estrutura cognitiva idiossincrática de um indivíduo sobre determinado conhecimento ou área desse conhecimento (NOVAK, 2010). Esse recurso se constituiu em importante ferramenta investigativa e de colaboração para a análise em pesquisa doutoral realizada junto a 186 estudantes de Cálculo 1 matriculados em cursos da área de Ciências Exatas de uma Universidade Pública Federal Brasileira. No presente artigo, apresentar-se-á um recorte dessa pesquisa, especificamente, aspectos da análise sobre a elaboração e resultados obtidos com os mapas conceituais iniciais elaborados pelos sujeitos e a abordagem Regras de Derivação. A intencionalidade em expor a abordagem Regra de Derivação se respalda no forte indicativo da valorização dos procedimentos técnicos em detrimento da exploração, por exemplo, das capacidades intuitiva e gráfica, quando se refere aos conceitos básicos do Cálculo, conforme atestam as pesquisas de Vinner (1989), Tall (1994), Pimentel (1995), Meyer e Iglioni (2003), entre outros. Os resultados dessas pesquisas apontam que estudantes de Cálculo apresentam melhor desempenho quando realizam abordagens cujo predomínio seja de aspectos operatórios e técnicos.

1. Metodologia

Participantes

O processo contou com 186 sujeitos investigados, aos quais, em uma das abordagens para coleta de dados, foi solicitado que desenhassem um mapa conceitual sobre Derivada. Os sujeitos são 13 estudantes matriculados nos cursos de: Engenharia de Alimentos (EA); 14 estudantes de Engenharia de Computação (EC); 41 estudantes de Engenharia de Produção (EP); 13 estudantes de Engenharia de Energia Renováveis e de Ambiente (ER); 50 estudantes de Engenharia Química (EQ) e 10 estudantes de Licenciaturas em Física (LF); 39 da Licenciatura em Matemática (LM) e 07 da Licenciatura em Química (LQ). Das produções dos 186 alunos, foram consideradas 171 elaborações, excluindo-se 15 do total de 186, representados pelas folhas deixadas em branco nessa abordagem. A elaboração dos MCI ocorreu em um único momento, sem a retomada e reelaboração de novas versões

dos mapas. Considerou-se apenas a primeira versão de cada um dos mapas elaborados. A pesquisa, em sua totalidade, contou com outras abordagens para fim de triangulação dos resultados, porém, para este artigo, limitar-se-á ao recorte sobre os MCI e as Regras de Derivação que se propõe apresentar.

Para fim de preservar a identidade dos sujeitos investigados, utilizou-se para distinção de cada um dos estudantes considerados neste recorte, a inicial do curso no qual o sujeito se encontrava matriculado quando da coleta de dados, o número do sujeito na ordenação desse grupo e as iniciais MCI. Portanto, (EP005/MCI) refere-se ao mapa conceitual inicial do sujeito de número 5 no grupo de estudantes do curso de Engenharia de Produção.

A seleção dos Mapas Conceituais Iniciais

A fim de selecionar os MCI pretendidos, buscou-se uma apropriação da compreensão das Estruturas Hierárquicas Inapropriadas ou Limitadas (LIPs) em Novak (2002), conforme apresentado em Cicuto e Correia (2013). Desse modo, as LIPs externalizadas a partir dos MCI contribuíram para que a investigação se apoiasse nas proposições com clareza semântica; e para isso, recorreu-se aos três principais padrões de Mapas Conceituais, ou seja, os que apresentam proposições: i) limitadas (proposição com baixa clareza semântica); ii) inadequadas (proposição com erro conceitual) e iii) adequadas (proposições sem erro conceitual). Dessa forma, as proposições com os diferentes níveis de clareza semântica, conforme Cicuto e Correia (2013), considerando-se o termo de ligação no contexto matemático da Derivada, foram classificadas como: (a) não é uma proposição; (b) é uma proposição limitada; (c) é uma proposição inadequada; e (d) é uma proposição apropriada. Esta classificação é que deu suporte para a seleção dos MCI dos sujeitos investigados.

Para enquadrar as exteriorizações demonstradas pelos sujeitos mapeadores em relação à Derivada, buscou-se pelos aspectos que colocaram as proposições externalizadas em pelo menos um dos dois seguintes modos; o primeiro, como proposição apropriada, ou seja, com clareza semântica e sem erro conceitual no contexto matemático da Derivada, e o segundo, como proposição limitada, ou seja, com baixa clareza semântica. Assim, a leitura inicial para classificação dos MCI baseou-se nas proposições apropriadas e/ou limitadas, conforme apontam Cicuto e Correia (2013) quanto ao nível de clareza semântica, às quais foi acrescentada a adequação conceitual ao contexto da Derivada. Os

MCI foram reclassificados em os que apresentaram indícios de: **(i)** Regras de Derivação; **(ii)** Conceito de Derivada; **(iii)** Aplicações da Derivada. Para cada um desses indicativos, acolheu-se uma classificação interna para as proposições. Neste artigo, se restringirá aos resultados encontrados para (i) Regras de Derivação. Ressalta-se que os MCI podem apresentar proposições que se enquadram, simultaneamente, em até os três principais padrões de MCs, como limitado, inapropriado e apropriado.

Uma Classificação dos MCI

Em relação aos aspectos observados nos MCI. quanto à exteriorização de Regras de Derivação, construiu-se uma segunda classificação, proposta em cinco diferentes agrupamentos, de acordo com a presença e a clareza semântica das proposições, conforme apresentado a seguir: **Agrupamento I** – Enquadra as proposições apropriadas e/ou limitadas que evidenciaram notações para a Derivada, ou se referiram a nomes usuais dados às Regras de Derivação. Não significando, no entanto, que o mapeador tenha apropriação da manipulação de símbolos, nem que tenha domínio da regra mencionada, apenas significa que apresentou uma proposição adequada a esse respeito; **Agrupamento II** – Enquadra as proposições apropriadas e/ou limitadas que apresentam relação com o cálculo de Derivadas de funções elementares, como a Derivada de funções polinomiais, função potência de expoente real, função racional e função algébrica. Considera aspectos elementares em relação à aplicação das Regras de Derivação, enquadrando-se também os casos relacionados à Derivada da soma, subtração, produto e/ou quociente dessas funções, assim como a representação das fórmulas correspondentes a cada um desses casos; **Agrupamento III** – Enquadra as proposições apropriadas e/ou limitadas que apresentam o cálculo de Derivadas de funções elementares, como a Derivada de função exponencial, logarítmica e trigonométrica, bem como as Derivadas das demais funções elementares que são a soma, subtração, produto e/ou quociente destas funções elementares; **Agrupamento IV** – Enquadra as proposições apropriadas e/ou limitadas que apresentam o cálculo de Derivadas da composição das funções elementares, conforme os agrupamentos II e III, e as proposições adequadas relacionadas ao cálculo das Derivadas de funções implícitas e as de ordem superior; quando apresentarem cálculos por meio de regras de derivação; **Agrupamento V** – Enquadra as proposições apropriadas e/ou limitadas que apresentam o cálculo de Derivadas de funções elementares inversas, bem

como as demais funções elementares que são a soma, subtração, produto, quociente e composição destas funções.

2. Resultados

Exteriorizações das Regras de Derivação por agrupamento

Em alguns MCI foram observadas proposições que, embora inadequadas no contexto da Derivada, apresentaram clareza semântica limitada quanto aos termos de ligação utilizados, por exemplo: “Regra da Cadeia → para que serve → Derivar funções compostas”. Em outros casos, houve a adequação quanto à Derivada e até clareza semântica quanto aos termos, porém, descritos dentro de um único retângulo, não exteriorizando uma proposição do tipo “conceito – termo de ligação – conceito”, conforme sugere a Teoria dos Mapas Conceituais de Novak. O Quadro 2 apresenta resultados obtidos a partir da contagem dos MCI que apresentaram Regras de Derivação e os seus respectivos cálculos nos diferentes agrupamentos. As proposições inapropriadas não foram computadas.

REGRAS DE DERIVAÇÃO	MCI	MCI com Regras de Derivação ⁴	(%) ⁵	Agrupamentos				
				I	II	III	IV	V
Eng. Alimentos	07	04	57,14	03	02	00	00	00
Eng. Computação	06	05	83,33	04	05	01	00	00
Eng. Produção	24	16	66,66	07	07	00	00	00
Eng. Química	36	21	41,66	17	06	00	02	00
Eng. Renováveis	04	01	25,00	01	01	00	00	00
Lic. Física	03	02	66,66	02	01	00	00	00
Lic. Matemática	28	17	60,71	11	12	03	00	00
Lic. Química	02	00	00,00	00	00	00	00	00
TOTAL	110	60	54,55	45	34	04	02	00

Quadro 1 - Resultados a partir dos MCI conforme os Agrupamentos por cursos

Fonte: Autor

⁴ Os números nessa coluna diferem do somatório dos agrupamentos, pois alguns MCI foram computados em mais de um agrupamento.

⁵ Percentagem relativa ao número de MCI com Regras de Derivação em comparação com o total de MCI considerados.

Quanto aos agrupamentos, o maior valor de ocorrência foi dado para o agrupamento I, que englobou proposições adequadas e/ou limitadas para Regras de Derivação e/ou que apresentaram notação para a Derivada. Assim, dos 110 MCI selecionados, 45, ou seja, um percentual de aproximadamente 41% foi relativo ao agrupamento I. Ressalta-se que para ser classificado no agrupamento I o mapeador não precisou apresentar desenvoltura com o cálculo das Regras de Derivação, mas revelou conhecer a existência de tais regras. As formas, ou nomes usuais, mais apontadas, foram: regra do produto, regra do quociente e regra da cadeia. Dos 110 MCI considerados, 34 se enquadraram no agrupamento II, destacando-se a Derivada de funções polinomiais. Foram considerados também casos relacionados à soma, subtração, produto e quociente das funções descritas no agrupamento II, assim como a representação das fórmulas correspondentes em cada caso. Os casos classificados no agrupamento III foram 4 MCI que apresentaram cálculo de Derivadas de funções trigonométricas, exponenciais e ou logarítmicas. Foram observados em tais MCI as Derivadas das funções $y=\text{sen}(x)$, $y=\text{cos}(x)$, $y=e^x$ e de $y=\ln(x)$, ou seja, os casos mais simples de Regras de Derivação para esse tipo de funções. No agrupamento IV, embora muitos estudantes tenham citado a Regra da Cadeia, assim como Derivadas de funções implícitas e Derivadas de funções superiores em seus MCI, apenas em 2 casos houve a resolução da respectiva Derivada da função por meio de uma dessas regras. Não foram encontrados MCI que pudessem ser enquadrados no agrupamento V. Alguns MCI foram encadeados sequencialmente e de forma linear. Grande número apresentou características radiais e lineares, conforme Aguiar e Correia (2013) em suas representações, e em um número bem menor, porém significativo, evidenciou-se uma forma próxima da estrutura em rede.

Exteriorizações das Regras de Derivação por MCI

A partir da análise dos MCI, admite-se que o mapeador (EP005/MCI) apresentou em seu MCI uma estrutura próxima a de rede, porém ainda bastante limitada em relação aos conceitos, se restringindo praticamente a um único contexto, o das Regras de Derivação. Mantendo-se no campo mais básico dessa abordagem, apenas se referindo aos nomes de algumas dessas regras. Intentou apresentar uma aplicação relacionada à Derivada no contexto da Física, contudo não há uma continuidade nessa construção, que se exterioriza por meio de uma proposição limitada que relaciona o conceito Derivada a uma frase completa na caixa, no lugar do segundo conceito, essa última indicando que toda uma

subseção desse mapa poderia ser construída a partir da frase na caixa. Cabe destacar a sugestão do mapeador, “Calcular a fórmula da posição em função da fórmula da velocidade”. Sua inversão pode indicar uma relação com o estudo das Integrais, ou relacionar-se à Física I e II, pois são concomitantes com as disciplinas de Cálculo I e II para esse curso; porém não se pode afirmar se essa construção foi intencional.

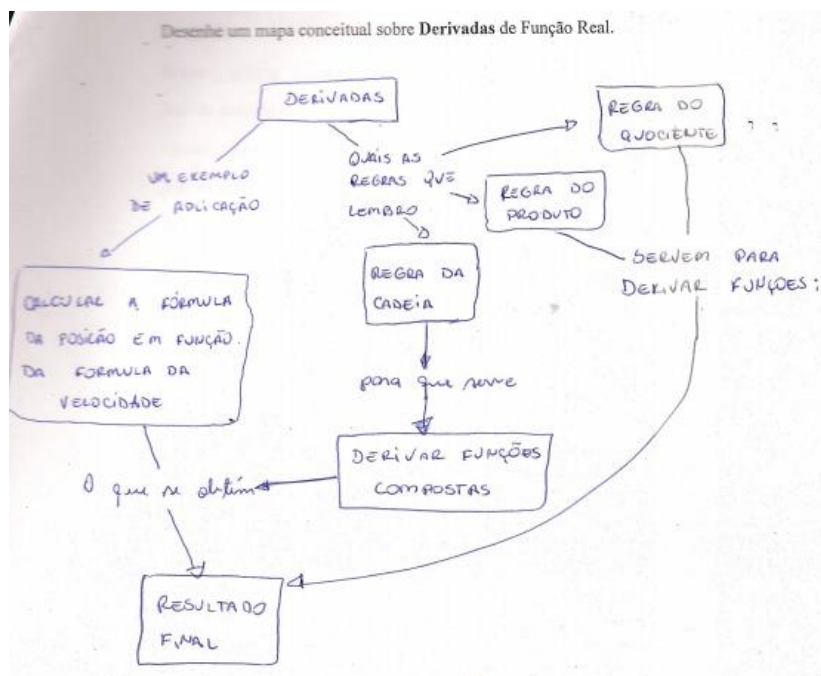


FIGURA 1: (EP005/MCI)
FONTE: Autor

Uma exteriorização similar foi encontrada no mapa de (EC013/MCI), em que o mapeador também se fixa no contexto das Regras de Derivação. A exceção, em relação ao mapa de (EP005/MCI), é que nesse caso o mapeador acrescentou notações, embora inapropriadas, para distinguir “ $f(x)$ ” e sua Derivada “ $f'(x)$ ” e algumas fórmulas correspondentes. Há também uma iniciativa aparentemente abandonada de encontrar um caminho de exteriorização por meio de gráficos, mas o mapeador desiste dessa abordagem e dá continuidade pela direção das Regras de Derivação. Ambos os estudantes, remeteram-se às Regras de Derivação quando solicitados a desenhar um mapa sobre Derivada, e ficaram na superficialidade – não há aprofundamento teórico nas representações desses sujeitos. Pode-se então inferir que passaram por experiências semelhantes em Cálculo 1.

Conforme Larrosa (2011) não há como saber da real experiência de cada um desses sujeitos. Mas é perceptível, em ambos os MCI, um crescente em relação à construção do

conhecimento da Derivada. Em (EC013/MCI) o mapeador parte do retângulo “funções” como o conceito mais inclusivo e chega até o conceito “Derivada”. Liga esses conceitos por meio de uma seta, com sentido do primeiro para o segundo, indicando uma hierarquia nessa construção, com isso demonstra que em um primeiro momento estudou funções, para depois estudar a Derivada, o que corrobora sobre planos de conteúdos programáticos geralmente propostos para a disciplina de Cálculo 1.

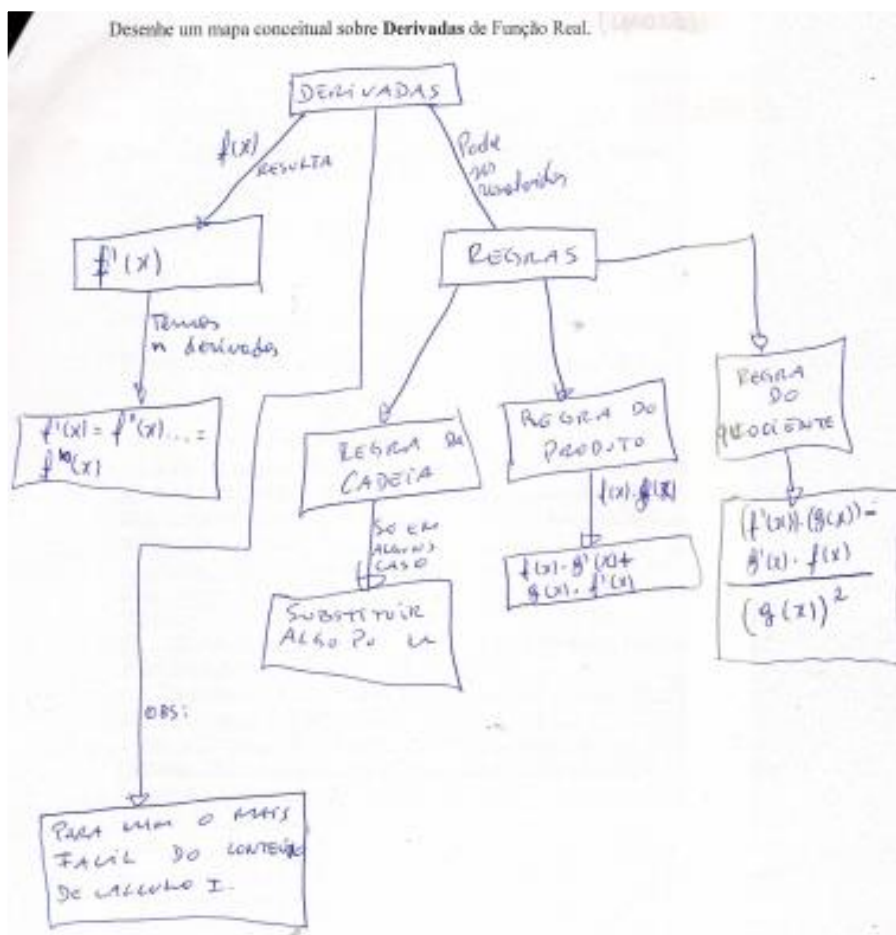


FIGURA 2 - (EC013/MCI)
FONTE: Autor

Este mapeador descreve sua concepção de Derivada dando a impressão de uma possível valorização de técnicas básicas de derivação. Nessa direção, (EP005/MCI) também apresenta seu mapa recorrendo às técnicas, contudo, em uma de suas proposições diz: “Derivadas → Quais as regras que lembro → Regra...”. Justifica na sequência o uso de cada uma dessas regras. Portanto, não citou simplesmente essas regras, pois parece saber para que deve utilizá-las e para quais objetivos.

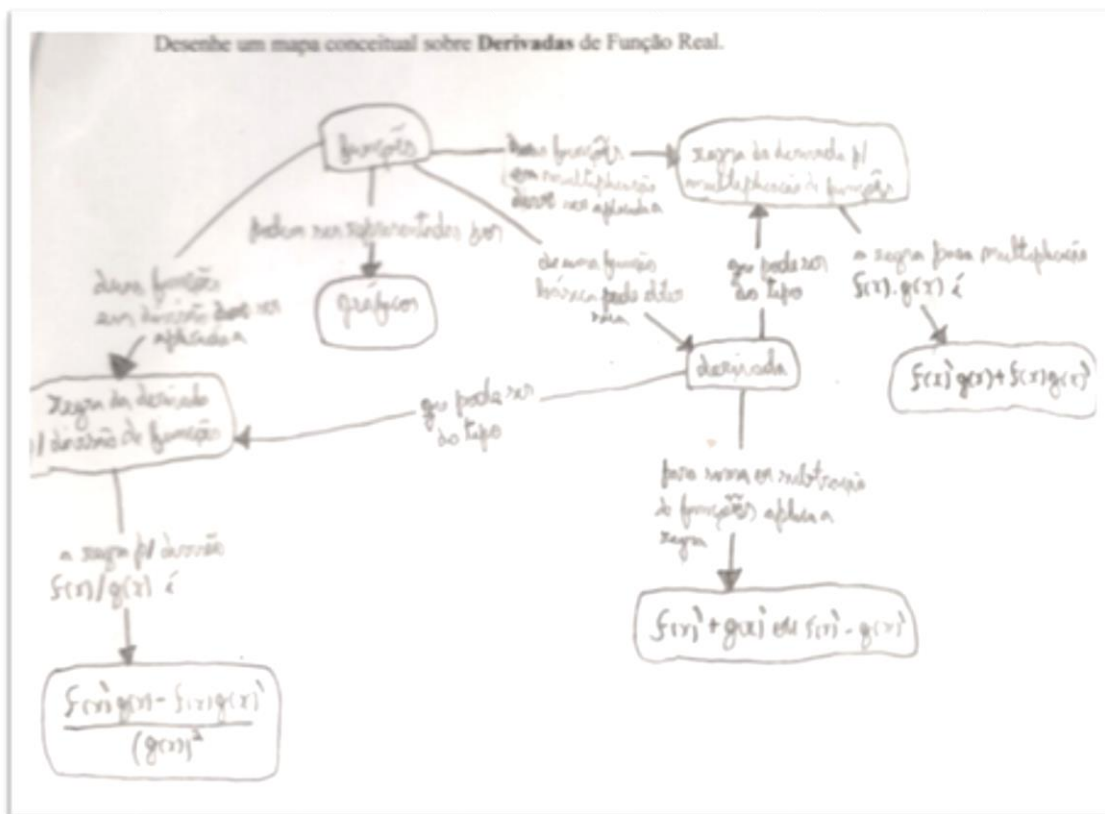


FIGURA 3 - (LM013/MCI)
FONTE: Autor

O mapa de (LM013/MCI) em uma estrutura radial para a linear, mostra indícios de que a escolha por essa face da Derivada seria a face mais fácil, mas sabe que não a única. Nessa direção, faz sentido a afirmação exteriorizada por esse mapeador na proposição: “Derivadas → obs: → para mim o mais fácil do conteúdo de Cálculo 1”. Seu mapa também apresenta proposições limitadas, dentre as quais tenta apresentar fórmulas para as regras que conhece. Destaca-se a proposição “Regra da Cadeia → só em algum caso → substituir por u”, uma proposição limitada do ponto de vista da teoria de Novak e inadequada no contexto da Derivada. Contudo, o que mais pode exteriorizar este mapa?

Para Bauman e May (2010), nos processos de interação com os indivíduos há direcionamentos para as escolhas, as quais todos são livres para acompanhar até o fim, porém a liberdade de escolha não garante a liberdade de atuar sobre elas e nem assegura a liberdade de atingir os resultados desejados. Em Educação, essa liberdade sempre está limitada a fatores internos ou externos à ação pedagógica. Junqueira e Manrique (2013) chamam atenção para estruturas memorizadas pelos estudantes em aulas de Cálculo 1,

que em geral são abandonadas ou esquecidas logo após um processo avaliativo. Nessa direção, Rezende (2003) aponta que calcular exaustivamente Derivadas de funções através das regras usuais de derivação não leva o aluno a construir efetivamente o significado desta operação, e as deformações decorrentes desse tipo de abordagem contribuem para aplicações ingênuas das regras de diferenciação em cálculos de Derivadas e em circunstâncias nem sempre apropriadas. Ainda, Vieira (2013) evidencia que o processo de significação do conceito de Derivada parece simplesmente realizado por meio do exaustivo uso de Regras de Derivação, não incentivando o aluno a construir efetivamente o conceito de Derivada.

A partir dos MCI que apontaram para as Regras de Derivação, pode-se verificar que os mapeadores não fizeram referência às demonstrações dessas regras, apenas apresentaram suas fórmulas, ou algum cálculo desenvolvendo a Derivada de uma função, mais comumente, de uma função polinomial. Rezende (2003) aponta que o estudante em um curso inicial de Cálculo se depara com diversas situações do contexto da dualidade local/global, o que suscita em dificuldades de interpretação dos conceitos e resultados “normalmente” apresentados em um curso de Cálculo. Para esse autor os conceitos do Cálculo são definidos, na sua maioria, localmente.. Essa dificuldade pode ser observada em (EP030/MCI), pois neste caso o estudante reconhece que a Derivada existe em um ponto, mas voltando ao aspecto da dualidade local/global, não está explícito se f é reconhecida pelo mapeador como uma função diferenciável nesse ponto de seu domínio em que a Derivada existe, ou se a função f representada pela curva é diferenciável em todos os pontos de seu domínio. Embora de forma ainda ingênuo, (EP030/MCI) exterioriza sua compreensão da ideia de função como uma relação de dependência entre as variáveis x e y . O estudante parte pelo conceito mais inclusivo, funções, para chegar aos conceitos mais específicos: Derivada e gráfico. Embora essa seja uma construção linear, podem-se admitir indícios de uma construção inicial do conhecimento de Derivada sendo bem conduzida, até então; pois o estudante consegue exprimir com clareza semântica a sua relação com o objeto, e utiliza-se de mais de uma forma de registro para expressar sua posição diante do objeto.

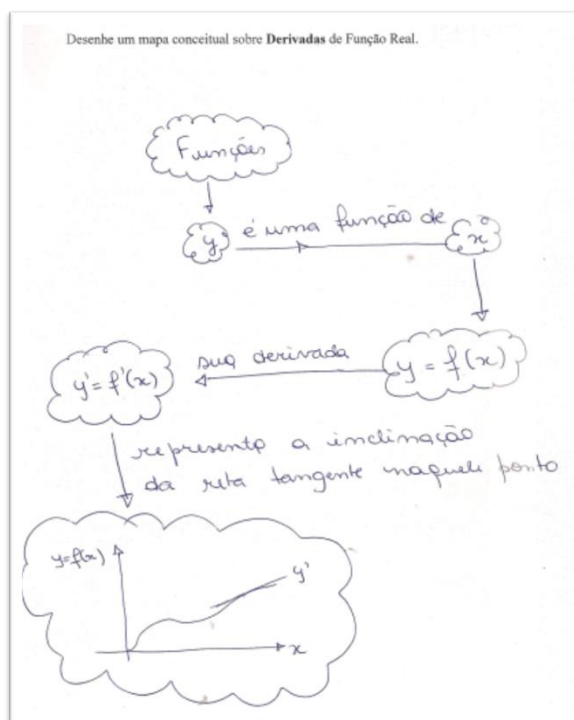


FIGURA 4 - (EP030/MCI)
FONTE: Autor

Ao assimilar a estrutura de um resultado matemático para Rezende (2003, p. 331) o estudante precisa conhecer as condições locais/globais para o desenvolvimento de suas hipóteses, dos seus resultados e das correlações entre eles, e “a ausência das ideias e problemas essenciais do Cálculo no ensino básico de matemática” se constitui “a principal fonte dos obstáculos epistemológicos que surgem no ensino superior de Cálculo”. Se tal habilidade não foi desenvolvida em etapa anterior de sua educação superior, as consequências podem ser catastróficas. Nascimento (2001) apud Dall’Anese (2006) expõe acerca de professores que constataam as dificuldades de alunos em curso inicial de Cálculo Diferencial e Integral devido à ausência de conceitos naturais e intuitivos embutidos nas estruturas numéricas, geométricas e variacionais, decorrente da forma como professores da educação básica cumprem o conteúdo matemático.

As deficiências apresentadas nas representações dadas por alguns mapeadores têm em sua base a queixa comum de um ensino básico deficiente. Contudo, notadamente, com ou sem uma base matemática de nível médio, os sujeitos exteriorizaram em seus mapas aspectos da construção do conhecimento de Derivada que parecem revelar apenas os pontos mais elementares dessa abordagem, sinalizando para uma construção inicial desse conhecimento restrita a um nível mais elementar.

Considerações finais

Os MCI parecem corroborar a valorização das Técnicas de Derivação em aulas de Cálculo 1, entretanto, os sujeitos exteriorizam uma relação em construção, e de evolução que, aparentemente se inicia nesse conhecimento. É, nesse viés, que podem consolidar suas experiências com o conhecimento da Derivada, e não apenas no que se refere ao emprego de símbolos, fórmulas e manipulações algébricas. Técnicas ou regras podem estruturar-se como porta de entrada à compreensão mais abrangente da rede de significações que engloba a relação com o objeto a conhecer.

Alguns mapas indicaram que sujeitos com formações básicas distintas estão construindo mapas similares sobre Derivada e pelo caminho das Técnicas de Derivação. Provavelmente, tal direcionamento seja por escolhas dos próprios sujeitos, porquanto nesse espaço se encontram mais seguros. Nessa direção, a valorização de aspectos dialógicos, que levem a situações de reciprocidade mútua na relação Professor-Derivada-Estudante, constitui-se um meio de conduzir esses estudantes para a experiência singular em relação ao conhecimento novo possibilitado em aulas de Cálculo 1.

Ao calcular uma Derivada, por meio de uma Regra de Derivação, o estudante compreende as condições necessárias para que essa Derivada exista e possa então ser calculada? Infere-se que essa compreensão seja possível, e possa ocorrer mesmo quando da aplicação de uma regra, mas para isso o relacionamento do sujeito com o objeto – precisa ser intensificado e explorado de forma abrangente e consistente a fim de que se alcance uma relação dialógica capaz de transcender a simples coisificação, tanto do objeto, quanto do sujeito.

Referências

AGUIAR, J. G.; CORREIA, P. R. M. Como fazer Bons Mapas Conceituais? Estabelecendo parâmetros de referência e propondo atividades de treinamento. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação e Ciência*, 2013:13(2),141-157.

BAUMAN, Z.; MAY, T. *Aprendendo a pensar com a Sociologia*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2010.

BUBER, M. *Eu e Tu*. Trad. Newton Aquiles Von Zuben. 10 ed. rev., São Paulo: Centauro, 2009. (3ª Reimpressão).

CICUTO, C. A. T., CORREIA, P. R. M. Estruturas hierárquicas inapropriadas ou limitadas em Mapas Conceituais: um ponto de partida para promover a aprendizagem significativa. *Aprendizagem Significativa em Revista*, 2013:3(1),1-11.

- DALL'ANESE, C. Argumentos e Metáforas conceituais para taxa de variação. 131 p. Tese (Doutorado em Educação Matemática) Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo: PUC, 2006.
- LARROSA, J. B. Experiência e Alteridade em Educação. *Revista Reflexão e Ação*, Santa Cruz do Sul, 2011:19 (2),4-27.
- JUNQUEIRA, S.M.S.; MANRIQUE, A.L. O desenvolvimento de competências matemáticas em aulas da disciplina de Cálculo 1. VII Congresso Iberoamericano de Educación Matemática. VII CIBEM. Anais... Montevideo: VII CIBEM, 2013.
- MEYER, C.; IGLIORI, S.B. C. Um estudo sobre a interpretação geométrica do conceito de derivada por estudantes universitários. Santos: II SIPEM, 2003.
- NOVAK, J. D. Meaningful learning: the essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. *Science Education*, 2002:86 (4), 548-571.
- NOVAK, J. D. Learning, creating, and using knowledge: Concept Maps as facilitative tools in schools and corporations. NY: Routledge, 2010.
- PIMENTEL, T. O papel da calculadora gráfica na aprendizagem de conceitos da análise matemática: um estudo de uma turma do 11º ano com dificuldades. Lisboa: APM, 1995.
- REZENDE, W. M. O Ensino de Cálculo: Dificuldades de Natureza Epistemológica. 468 p. Tese (Doutorado em Educação) Programa de Pós-Graduação em Educação. Área de Ensino de Ciências e Matemática. Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo: FEUSP, 2003.
- TALL, D. Computer environments for the learning of mathematics. In: BICHLER, R. et al (Ed.) *Didactics of mathematics as a scientific discipline*. Dordrecht, Kluwer, 1994, p. 189-199.
- VIEIRA, A. F. Ensino de Cálculo Diferencial e Integral: das técnicas as humans-with-media. 204 p. Tese (Doutorado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática. Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo: FEUSP, 2013.
- VINNER, S. The avoidance of visual consideration in Calculus Students. In: EISENBERG, T.; DREYFUS, T. (Eds). *Focus on learning problems in mathematics*. N. 2, v. 11, 1989, p. 149-156.