

## A UTILIZAÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS NO ENSINO SUPERIOR NA PERCEPÇÃO DE LICENCIANDOS EM FÍSICA

**Naíma Soltau Ferrão**

Mestre em Educação Matemática – PUCSP

[nsferrao@gmail.com](mailto:nsferrao@gmail.com)

### Resumo

Os resultados e as reflexões apresentados neste artigo resultaram de uma pesquisa qualitativa no campo da Educação Matemática, fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e na técnica do Mapeamento Conceitual de Novak. O objetivo foi verificar o potencial da técnica do mapeamento conceitual para a autoavaliação do conhecimento matemático de estudantes no Ensino Superior. Apresentamos as percepções e discutimos as respostas de licenciandos em Física a um questionário a respeito da utilização de mapas conceituais como elemento sinalizador da aprendizagem de Cálculo.

**Palavras Chaves:** Cálculo. Mapas conceituais. Teoria da Aprendizagem Significativa. Autoavaliação.

## USE OF CONCEPTUAL MAPS IN HIGHER EDUCATION ON THE PERCEPTION OF UNDERGRADUATES IN PHYSICS

### Abstract

This paper presents the results and reflections of a qualitative research in the field of mathematics education, based on the Ausubel's Theory of Meaningful Learning and the Novak's technique of concept mapping. The purpose was to verify the potential of the concept mapping technique for self-evaluation of mathematical knowledge of students in higher education. We discuss the perceptions and physics undergraduates' responses of a survey about the use of concept maps as an indicator of learning of the Calculus.

**Keywords:** Calculus. Concept Maps. Theory of Meaningful Learning. Self-evaluation.

### Introdução

A disciplina de Cálculo Diferencial e Integral talvez seja o primeiro contato que estudantes ingressantes em cursos da área de Ciências Exatas têm com a matemática de nível

superior, uma vez que é ministrada no primeiro período do ciclo básico da maioria dos cursos universitários desta área.

Há grande preocupação, na comunidade de pesquisadores em Educação Matemática, com o desempenho dos estudantes ingressantes em cursos superiores nas disciplinas que envolvem o estudo do Cálculo. Segundo Nasser (2009), temas relacionados à disciplina de Cálculo Diferencial e Integral tais como dificuldades na aprendizagem, baixo rendimento dos estudantes e altos índices de reprovação e evasão dos cursos constituem-se sérios problemas educacionais e têm ocupado parte significativa das pesquisas publicadas em eventos nacionais e internacionais na área de Educação Matemática, ensino de Engenharia e Matemática Aplicada.

Os resultados das pesquisas realizadas por Cury (2009), Rezende (2003) e Nasser (2007), por exemplo, apontam que as maiores dificuldades apresentadas na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral não estão relacionados diretamente com o domínio de técnicas para o cálculo de limites, derivadas e integrais, mas sim com a falta de conhecimentos prévios ou a compreensão equivocada de conceitos matemáticos estudados nos níveis anteriores de ensino tais como simplificações algébricas, produtos notáveis, resolução de equações, conceito de funções e traçado de gráficos cartesianos.

Meyer observou em sua prática docente que, especificamente em relação ao conceito de derivada,

[...] os alunos, após cursarem a disciplina de Cálculo I, são capazes de determinar a função derivada de diversas funções, utilizando-se de regras e procedimentos algébricos, ou mesmo de reproduzir a definição formal de derivada de uma função. Mas, frequentemente, produzem significados para este conceito que não são compartilhados pela comunidade matemática e, portanto, não correspondendo aos significados pretendidos pelo sistema educacional (MEYER, 2003, p. 4).

Uma das tarefas do professor de Cálculo consiste em contribuir para que o estudante perceba a organização subjacente à estrutura desta área da Matemática, mas, se a aprovação em uma disciplina é resultado da memorização de fórmulas e procedimentos, é possível que informações “aprendidas” fiquem disponíveis por um período curto de tempo, concepções equivocadas passem despercebidas e corram o risco de nunca virem a ser corrigidas. Para Lemos (2005, p. 41), “[...] o aluno, com sua identidade particular, é o ponto de partida para a organização do ensino que, por sua vez, só terá sido bem sucedido se o aluno, agora como ponto de chegada, tiver aprendido significativamente”.

As palavras de Lemos trazem à tona a importância do conhecimento prévio do estudante para o entendimento de novos conceitos, o que concorda com a Teoria da Aprendizagem Significativa proposta por David Ausubel (1980, 2002).

Para Ausubel, o repertório de conceitos e conhecimentos que o estudante possui, ou seja, aquilo que já sabe, constitui-se no fator isolado que mais influencia sua aprendizagem. Neste contexto, é de extrema importância para o professor e para o próprio estudante averiguar quais são os conhecimentos que ele possui a respeito de um determinado tema, se são corretos e suficientes para o entendimento de novas informações correlacionadas.

Ausubel acrescenta: “**Descubra o que sabe** e baseie nisso seus ensinamentos” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 137, grifo nosso). Esta diretiva introduz a questão de como acessar e avaliar o que o estudante sabe.

Existem várias formas de avaliar ou representar o conhecimento adquirido como, por exemplo, um texto, uma tabela, um teste diagnóstico, um esquema, um mapa etc. Porém, aqui, seguimos Moreira no sentido em que avaliar é “obter informações sobre o tipo de estrutura que ele vê para um dado conjunto de conceitos” (MOREIRA, 2006, p. 55).

Novak e Gowin (1996) apontam os mapas conceituais como instrumentos simples, funcionais e capazes de explicitar o modo como cada estudante estrutura e correlaciona o conjunto de conceitos aprendidos ao longo de seu processo de aprendizagem. Um mapa conceitual representa graficamente a organização da estrutura cognitiva do seu autor, exhibe concepções, domínio do tema, lacunas e equívocos, o que permite ao próprio estudante tomar consciência de suas dificuldades e avanços realizados, como mostram Ruiz-Moreno *et al.* (2007).

Estrutura cognitiva, neste contexto, refere-se ao conteúdo e à organização de ideias em uma área particular de conhecimento (MOREIRA, 2006). A organização dos conceitos bem como o relacionamento lógico estabelecido entre eles na estrutura cognitiva do aprendiz, são, portanto, peças-chaves para o entendimento do desempenho individual do estudante e de suas necessidades conceituais básicas antes de iniciar um novo processo de aprendizagem.

A respeito do potencial dos mapas conceituais como instrumento para o desenvolvimento da autonomia do estudante durante o desenrolar do processo de aprendizagem, Tavares (2007, p. 74) afirma que

Esse ir e vir entre a construção do mapa e a procura de respostas para suas dúvidas irá facilitar a construção de significados sobre conteúdo que está sendo estudado. O aluno que desenvolver essa habilidade de construir seu mapa conceitual enquanto estuda determinado assunto, está se tornando

capaz de encontrar autonomamente o seu caminho no processo de aprendizagem.

Em estudo a respeito de como mapas conceituais mobilizam estratégias metacognitivas em ingressantes num curso de Ciência da Computação durante o estudo de funções matemáticas, Magalhães (2009) percebeu que a utilização de mapas conceituais potencializa, nos estudantes, a capacidade de expressar relações entre elementos de um determinado conceito, favorece a reflexão, avaliação, julgamento e reestruturação dos processos cognitivos.

Novak e Gowin (1996) argumentam que a técnica do mapeamento conceitual é uma poderosa ferramenta educacional e pode auxiliar no entendimento da organização e das relações entre conceitos no âmbito de uma aula, uma disciplina ou um curso inteiro, pois tornam claras as ideias chave nas quais, tanto professores quanto estudantes, devem se ater em uma tarefa específica de aprendizagem.

No campo da Educação Matemática, a técnica dos mapas conceituais vem ganhando a cada dia mais espaço nas discussões acadêmicas e profissionais de ensino devido ao seu potencial de representação do conhecimento matemático. Em particular, no Ensino Superior, encontramos estudos que exploram as potencialidades dos mapas conceituais em disciplinas matemáticas como estratégia e recurso de ensino (PUGA, 2011; LOPES *et al.*, 2011), na avaliação da aprendizagem (ALMEIDA; FONTANINI, 2010), na formação de professores (MANRIQUE; ANDRÉ, 2009), para a apresentação de conteúdos (PIMENTEL; COSTA, 2010; FLORES, 2009), no acompanhamento da evolução da aprendizagem dos estudantes em atividades matemáticas (MAGALHÃES, 2009), entre outros.

Como se pode observar, a técnica do mapeamento conceitual tem sido utilizada na Educação Matemática em diferentes contextos e para as mais variadas finalidades, porém, destacamos que estudos voltados a conteúdos específicos do Cálculo, tais como limite, derivada e integral, ainda são incipientes e pouco explorados.

Segundo Novak e Cañas (2009), entre 2004 a 2008, houve aumento no número de artigos relacionados a temas da Educação Matemática nas conferências internacionais sobre mapeamento conceitual, mas não o bastante que possa ser considerado expressivo.

É neste contexto que apresentamos e discutimos neste artigo, à luz Teoria da Aprendizagem Significativa, as respostas dadas por licenciandos em Física a um questionário aplicado durante uma pesquisa a respeito do uso dos mapas conceituais como elemento sinalizador da aprendizagem de conteúdos na disciplina de Cálculo. Antes, porém,

apresentaremos, sucintamente, os conceitos teóricos que fundamentam tanto o processo de construção e utilização de mapas conceituais quanto a nossa pesquisa.

### **A Teoria da Aprendizagem Significativa e os Mapas Conceituais**

A Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por Ausubel, focaliza a aprendizagem que ocorre no ambiente formal de ensino e tem como conceito central a noção de aprendizagem significativa.

Para Ausubel, a aprendizagem será caracterizada como significativa se o conhecimento novo interage de forma não arbitrária (não aleatória) e substantiva (não literal) com conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Os conceitos preexistentes são denominados, no âmbito da Teoria da Aprendizagem Significativa, como subsunçores. Quando há pouca ou nenhuma interação entre a nova informação aprendida e as preexistentes, Ausubel diz que a aprendizagem é mecânica. Embora Ausubel faça distinção entre os processos de aprendizagem mecânica e significativa, não os apresenta como dicotômicos e sim como um *continuum*.

Os subsunçores desempenham papel de destaque nas ideias de Ausubel e são definidos por Moreira (2006, p. 15) como “um conceito, uma ideia, uma proposição já existente na estrutura cognitiva capaz de servir de âncora para a nova informação de modo que este adquira, desta maneira, significados para o indivíduo”. No Cálculo, por exemplo, conceitos como ‘variação’, ‘função’ e ‘limite’, quando presentes na estrutura cognitiva do estudante, podem servir de subsunçores para aquisição de novos conceitos como o de derivada.

Para Ausubel, a organização, a clareza e a estabilidade de ideias relevantes presentes na estrutura cognitiva do aprendiz em consequência de uma aprendizagem, seja significativa ou mecânica, é imprescindível para a aquisição de significados precisos e inequívocos que, por sua vez, influenciam diretamente na capacidade de discriminar semelhanças e diferenças entre ideias novas e as preexistentes.

Três conceitos da Teoria da Aprendizagem Significativa norteiam a criação dos mapas conceituais e fundamentaram nossa pesquisa. Por esse motivo, merecem destaque aqui:

#### **1. Estrutura cognitiva hierárquica:**

Para Ausubel, organizamos o conhecimento de forma hierárquica vinculando conceitos específicos sob conceitos mais gerais e, portanto,

[...] se a estrutura cognitiva for instável, ambígua, desorganizada ou organizada de modo caótico, tem tendência a inibir a aprendizagem significativa e a retenção. Assim, é através do fortalecimento de aspectos relevantes da estrutura cognitiva que se pode facilitar a nova aprendizagem e retenção (AUSUBEL, 2002, p. 10).

## 2. Diferenciação Progressiva

A diferenciação progressiva se caracteriza pela interação entre uma nova informação e os conhecimentos preexistentes na estrutura cognitiva. Nesta interação, o aprendiz sente a necessidade de rever a abrangência e a especificidade dos conceitos e, conseqüentemente, estabelece mais conexões proposicionais tornando-os novos, mais distintivos e ricos em significação.

A diferenciação progressiva é ainda definida por Moreira e Mazini (1982) como um princípio programático na elaboração do conteúdo a ser ensinado, de maneira que as ideias mais gerais e inclusivas de uma disciplina sejam apresentadas antes e, somente depois, sejam progressivamente caracterizadas em termos de detalhe e especificidade.

## 3. Reconciliação Integrativa

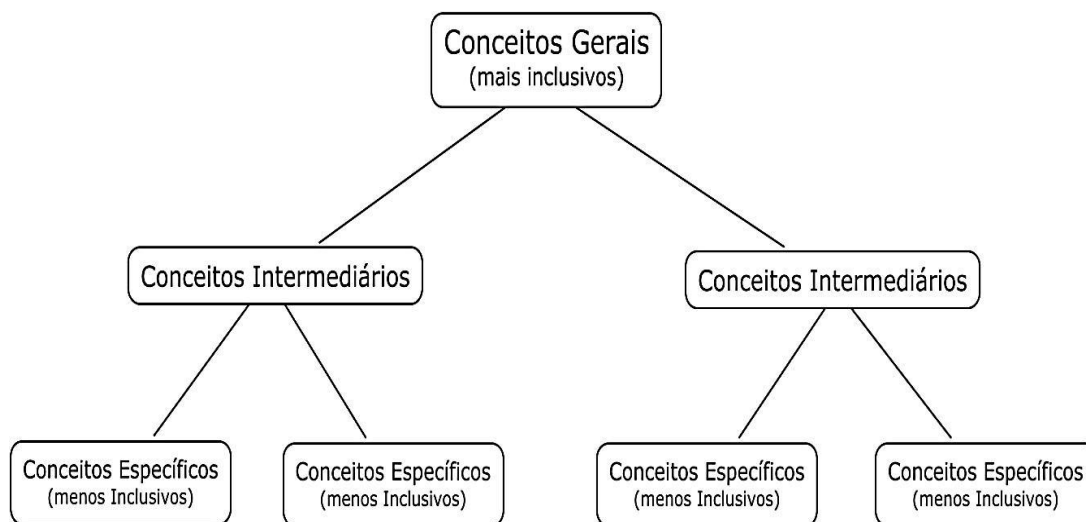
A reconciliação integrativa é definida por Ausubel *et al.* (1980, p. 526) como “parte do processo da aprendizagem significativa que resulta na delineação explícita de semelhanças e diferenças entre ideias relacionadas” e ocorre quando o processo de generalização de ideias ou conceitos agrupam subsunçores que antes estavam dispersos na estrutura cognitiva do indivíduo eliminando diferenças aparentes e integrando significados.

Segundo Ausubel (2002), foi de Joseph Novak a primeira tentativa de encontrar uma técnica ou instrumento capaz de representar a organização da própria estrutura cognitiva, tendo por base as ideias de estrutura cognitiva hierárquica, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa definidas na Teoria da Aprendizagem Significativa. Esta técnica ficou conhecida como Mapeamento Conceitual.

Os mapas conceituais surgem dos trabalhos de Novak fundamentados nas ideias de Ausubel e estão fortemente correlacionados. Novak e Canãs (2010) definem mapas conceituais como ferramentas gráficas para a organização e a representação do conhecimento e tem por objetivo explicitar as relações entre conceitos na forma de proposições. Num mapa conceitual, as proposições apresentam-se como dois ou mais termos conceituais ligados por palavras ou frase de ligação, de modo a formar uma unidade semântica (NOVAK; GOWIN, 1996).

Conforme mostra a Figura 1, na perspectiva novakiana, uma característica estrutural dos mapas conceituais é a representação hierárquica entre os conceitos na dimensão vertical e a apresentação dos conceitos equivalentes no grau de generalidade na horizontal.

Figura 1 – Representação esquemática de um mapa conceitual



Fonte: Adaptado de Moreira (2006, p. 47).

Embora não existam regras rígidas para a elaboração de mapas conceituais, Novak e Cañas (2010) indicam alguns passos para a construção de um bom mapa. São eles:

- Elaborar uma questão focal cuja resposta estará expressa no mapa conceitual a ser construído.
- Identificar os conceitos chave que se aplicam ao assunto em questão.
- Ordenar hierarquicamente os conceitos listados, do mais geral e inclusivo até o mais específico e menos geral.
- Esboçar um mapa conceitual preliminar.
- Escrever uma frase de ligação para cada par de conceitos escolhidos, capaz de estabelecer relações entre eles.
- Revisar e reposicionar conceitos no mapa tantas vezes quantas se fizerem necessárias.

A construção de um mapa conceitual, segundo Dutra (2006, p. 104) exige,

[...] esforço cognitivo/capacidade operacional do sujeito de natureza bastante específica. O ato em si que leva à construção das proposições está circunscrito às abstrações do sujeito no sentido de reconstituir, antecipar e/ou explicar as relações entre os conceitos. Consequentemente, a análise das construções dos sujeitos expressas no mapa conceitual incide diretamente sobre os resultados das coordenações do pensamento do sujeito.

Por derivar da Teoria da Aprendizagem Significativa os mapas conceituais tornam-se uma escolha razoável para tentar apurar se os subsunçores adequados estão presentes na estrutura cognitiva do aprendiz antes de prosseguir na tarefa de ensinar ou aprender algum conteúdo. Resta saber em que medida é efetivamente possível utilizar os mapas conceituais como elemento sinalizador da aprendizagem de conteúdos na disciplina de Cálculo.

### **Desenvolvimento, resultados e discussões**

Estimulados pelos resultados relatados nos diversos trabalhos perfilados na introdução deste artigo, atribuímo-nos, então, a tarefa de pesquisar como os mapas conceituais seriam percebidos por licenciandos em Física quando empregados na prática para obter indícios de aprendizagem significativa de conteúdos na disciplina de Cálculo.

Participaram da pesquisa 12 estudantes do quinto e sétimo períodos do curso de Física, na modalidade Licenciatura em uma Universidade em Minas Gerais. Optamos por efetuar a pesquisa com estudantes de um curso de Licenciatura por acreditar que se beneficiariam tanto da técnica do mapeamento conceitual, quanto do uso do *software CmapTools*, como alunos e durante o exercício profissional como futuros docentes.

Todos os participantes da pesquisa já haviam cursado a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I com aprovação e, com exceção de dois participantes, todos os demais relataram ter tido dificuldades com a disciplina.

A pesquisa desenvolveu-se em duas sessões, numa mesma semana, totalizando quatro horas aula (50 minutos cada). No primeiro encontro apresentamos de forma expositiva: (i) o que é e como desenhar mapas conceituais; (ii) quando e como utilizar mapas conceituais no ensino e na aprendizagem; e (iii) quais as funcionalidades do *software CmapTools* para o desenho de mapas conceituais. Em seguida, os estudantes exploraram na prática o *software* construindo mapas conceituais sobre o tema que desejassem.

Vale ressaltar que, antes de obter e analisar qualquer tipo de informação em mapas conceituais, é imprescindível que seus autores conheçam e dominem tanto a técnica do mapeamento conceitual, quanto as funcionalidades do *software* de representação gráfica escolhido. Nesta pesquisa escolhemos utilizar o *software CmapTools* por ter inspiração direta nos trabalhos de Novak e por suas características de *interface* com o usuário. Além disso, é gratuito e multiplataforma.

Ao longo da investigação, cada estudante confeccionou dois mapas sobre o conceito de derivada no *CmapTools*. Ambos os mapas foram salvos em formato de imagem (*Portable Network Graphics - png*) e armazenados num *pendrive* para análise posterior.

No primeiro encontro, para o desenho do primeiro mapa conceitual da derivada, os estudantes partiram de um conjunto de conceitos evocados pelo grupo em uma sessão de *brainstorming*. Miranda e Oliveira (2011) argumentam que a técnica de *brainstorming* é um procedimento de geração de ideias que serve como fonte para a criação de mapas conceituais, pois tem como principal objetivo “a liberdade de imaginação sem que o julgamento de ideias interfira no processo criativo”.

Segundo Monereo e Fuentes (2010), o uso da técnica de *brainstorming* tende a favorecer a ativação de conhecimentos prévios e a escolha de um maior número de palavras-chave relevantes na elaboração de mapas conceituais. Os conceitos evocados pelo grupo foram: aceleração, reta tangente, limite, posição, ponto máximo e mínimo, taxa de variação, coeficiente angular, integral, velocidade,  $f'(x)$  e  $\Delta y/\Delta x$ .

No segundo encontro, cada participante teve acesso ao seu primeiro mapa conceitual, impresso em papel e devolvido pela pesquisadora aos respectivos autores para o desenho do segundo mapa de derivada. Procedemos desta maneira para estimular a revisão dos conceitos e ligações feitas entre eles na versão anterior e a inclusão de outros conceitos que, por algum motivo, não emergiram no momento do desenho do primeiro mapa conceitual. Nossa expectativa era que o segundo mapa conceitual exibisse uma representação gráfica mais próxima e fiel do conhecimento do conceito de derivada, incorporado anteriormente pelos estudantes, em termos de organização e riqueza nas relações estabelecidas entre os conceitos.

Durante o encerramento das atividades os estudantes responderam a um questionário composto por duas partes: a primeira teve o objetivo de caracterizar o perfil acadêmico dos estudantes participantes e, a segunda, o propósito de obter a percepção dos participantes a respeito da utilização dos mapas conceituais como recursos de ensino e de aprendizagem de conteúdos matemáticos.

A seguir, apresentamos e discutimos as respostas dos estudantes referentes à segunda parte do questionário. Os participantes serão identificados, no decorrer deste artigo, pela letra “P” seguido de um algarismo, por exemplo: P01, significa “participante 01”, P02, “participante 02” e assim consecutivamente.

A primeira questão perguntou: desenhar um mapa conceitual ajudou a enxergar alguma falha no seu conhecimento sobre o conceito de derivada? Se sim, o que o mapa conceitual te mostrou que você não percebia antes?

Nove participantes relataram *insights* durante o desenho do mapa conceitual e três responderam não perceber nada a esse respeito. Destes, sete estudantes responderam que o desenho do mapa conceitual auxiliou na percepção de conexões e relacionamento entre os conceitos. Para efeito de ilustração, destacamos os *insights* dos participantes P02, P03 e P06.

*[...] ligar conceitos é difícil se você não tem um bom conhecimento a respeito do assunto (P02).*

*[...] Consegui ligar um conceito matemático a outros (P03).*

*[...] Algumas ligações entre diferentes partes do conteúdo antes não percebido (P06).*

As respostas dos participantes P03 e P06 à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa sugerem possíveis diferenciações progressivas ou reconciliações integrativas, pois destacam as percepções destes estudantes da relação existente entre conceitos que, aparentemente, tinham como desconectados ou distintos.

Por outro lado, a resposta do participante P02 mostra que o desenho de um mapa conceitual favorece a autoavaliação em relação ao tema abordado, quando o estudante não consegue estabelecer todas as ligações que gostaria entre os conceitos. Na questão que se seguiu a esta – discutida a seguir – o participante P02 complementa sua resposta relatando que a técnica do mapeamento conceitual é eficaz “porque mostra os pontos do assunto em debate que eu não conhecia” (P02).

Ao retomar as respostas do participante P02 relacionadas ao seu perfil acadêmico, observamos que este estudante cursou a disciplina de Cálculo I uma única vez e declarou explicitamente não ter tido qualquer tipo de dificuldade com a disciplina em questão. Porém a dificuldade na formação das proposições fez com que percebesse a existência de pontos frágeis em sua formação e que merecem ser revistos.

A questão seguinte: o que você achou do mapa conceitual como técnica de estudo? Eficaz, ineficaz ou indiferente. Por quê?

Sobre a eficácia da técnica do mapeamento conceitual, todos os participantes foram unânimes ao apontar somente características favoráveis à sua aplicação no ensino e na aprendizagem.

É interessante destacar que as respostas obtidas nesta questão nos remetem aos conceitos de estrutura cognitiva hierárquica, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, que nortearam a criação dos mapas conceituais uma vez que ressaltam a capacidade de:

## 1. Organização

*[...] se bem montado nos ajuda a organizar as ideias e reescrevê-las e repassar os conteúdos (P06).*

*[...] facilita a organização e o ponto de partida do estudo (P07).*

*Mostra todo o conteúdo de forma resumida (P10).*

*[...] nos faz ordenar nosso conhecimento à respeito do assunto (P12).*

No entanto, a organização de conteúdos assinalada nas respostas está relacionada à capacidade de síntese que a construção do mapa proporciona e que somente o participante P12 sugere a ordenação de conceitos.

## 2. Evidenciar relações entre conceitos:

*[...] é possível representar e relacionar um conteúdo de forma prática (P01).*

*[...] porque é possível relacionar um assunto a outro visualmente (P03).*

*[...] Força você relacionar conceitos aparentemente diferentes (P09).*

As respostas dos participantes P01, P03 e P09 mostram, assim como na primeira questão desta parte do questionário, o potencial que a técnica do mapeamento conceitual tem para ressaltar o relacionamento entre os conceitos de um determinado tema, por meio de suas proposições. Por outro lado, a expressão “relacionar conceitos aparentemente diferentes” na resposta do participante P09 sugere tanto a ocorrência de uma reconciliação de inconsistências reais ou aparentes como uma diferenciação mais profunda de conceitos relacionados.

## 3. Integrar conteúdos e disciplinas

*[...] para que os alunos possam visualizar as conexões do conteúdo apresentado com outros conceitos e outras áreas (P01).*

*[...] um meio que pode envolver várias disciplinas (P03).*

*[...] auxiliariam na apresentação do conteúdo como um todo ao invés da apresentação fragmentada usada tradicionalmente (P08).*

Os participantes P01, P03 e P08 chamam a atenção para a possibilidade de se construir um único mapa conceitual que seja capaz de mostrar visualmente as relações existentes, não só entre conceitos de um mesmo tema, mas entre diversos conteúdos ou entre diferentes áreas do conhecimento.

A resposta do participante P08 remete ao processo de diferenciação progressiva como um princípio programático na elaboração do conteúdo a ser ensinado – indo das ideias mais gerais e inclusivas de uma disciplina para somente depois explicitá-las progressivamente em termos de detalhe e especificidade (MOREIRA, 2006).

Quanto à questão: supondo que você tivesse os recursos necessários, como futuro professor, você usaria mapas conceituais para apresentar e explicar os conteúdos aos seus alunos? Por quê? Destacamos as seguintes respostas:

*[...] com cuidados porque ele pode deixar o aluno meio inibido (P02).*

*[...] dependendo da situação sim, ajuda a compreender melhor os conteúdos (P04).*

*[...] Talvez, porque eu teria que perder algumas aulas explicando como funciona e como utilizar os mapas (P09).*

Apenas os participantes P02, P04 e P09 expressaram dúvidas ou restrições a respeito do emprego da técnica apresentada numa sala de aula. Mesmo assim, observamos que as objeções referem-se mais às dificuldades inerentes às condições objetivas do trabalho docente do que a alguma característica ou inadequação da técnica do mapeamento conceitual em si mesma.

### **Considerações finais**

Tornar o aluno apto para gerir sua própria aprendizagem durante o processo de construção do conhecimento é uma expectativa recorrente nos discursos na área de Educação. Entretanto, dificilmente esta afirmação vem acompanhada de instrumentos que permitam ao estudante, de fato, protagonizar a construção do seu conhecimento, deixando-o sempre a mercê da disponibilidade do professor ou das circunstâncias da sala de aula.

Mapas conceituais, segundo Novak e Gowin (1996), são instrumentos capazes de identificar “o que o aluno já sabe” e de representar a organização dos conceitos em sua estrutura cognitiva.

Diferente de outros instrumentos convencionais, preparados para sondar o que o estudante já sabe, mapas conceituais possibilitam ao estudante exhibir qualquer ramificação de

sua rede de conhecimentos, seja ela pertinente, incompleta ou totalmente equivocada e, deste modo, podem auxiliar tanto professores, quanto aos próprios estudantes no reconhecimento das limitações ou compreensão equivocada de um determinado tema.

Mapas conceituais são “instrumentos dinâmicos e refletem a compreensão de quem o faz no momento em que o faz” (MOREIRA, 2012, p. 14). Portanto, quando associados a outros instrumentos de avaliação, os mapas conceituais podem agregar profundidade e individualidade ao processo de avaliação.

Com base nas respostas dos participantes ao questionário e nas observações de sala de aula durante os encontros em que foi efetuada a pesquisa, percebemos que o processo de representar graficamente o conhecimento matemático por meio de mapas conceituais pode se constituir, de fato, num instrumento autoavaliativo viável para que um aluno de graduação se torne autônomo para gerir e aferir seu próprio conhecimento, responsabilizando-se e protagonizando seu processo de aprendizagem.

Esperamos que este artigo contribua para o debate e a reflexão sobre a utilização de mapas conceituais no Ensino Superior como uma ferramenta de representação gráfica do conhecimento matemático, em especial aqueles relacionados com conteúdos específicos do Cálculo Diferencial e Integral.

## Referências

- ALMEIDA, L. M. W.; FONTANINI, M. L. C. Aprendizagem significativa em atividades de modelagem matemática: uma investigação usando mapas conceituais. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 15, 2010, p. 403-425.
- AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano, 2002.
- AUSUBEL, D.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- CURY, H. N. Pesquisas em análise de erros no Ensino Superior: retrospectiva e novos resultados. In: FROTA, M. C. R.; NASSER, L. (org.). *Educação Matemática no Ensino Superior: pesquisas e debates*. Recife: SBEM, 2009, p. 223-238.
- DUTRA, I. M. *Mapas conceituais no acompanhamento dos processos de conceitualização*. 2006. Tese (Doutorado em Informática Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, 2006.

FLORES, R. P. Concept mapping: an important guide for the mathematics teaching process. In: AFAMASAGA-FUATA'I, K. (ed.). *Concept mapping in mathematics: research into practice*. New York, NY: Springer, 2009, p. 259- 277.

LEMOS, E. S. (Re)situando a Teoria de Aprendizagem Significativa na prática docente, na formação de professores e nas investigações educativas. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, São Paulo, v.5, n. 3, 2005, p. 38-51.

LOPES, A. M. A. *et al.* Reforço ao ensino presencial no ambiente Moodle com a construção de mapa conceitual no estudo de Cálculo I. In: VIII Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância, 2011, Ouro Preto. *Anais do VIII Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância*, 2011.

MAGALHÃES, A. R. *Mapas conceituais digitais como estratégia para o desenvolvimento da metacognição no estudo de funções*. 2009. 263f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUCSP, São Paulo, 2009.

MANRIQUE, A. L.; ANDRÉ, M. Concepções, sentimentos e emoções de professores participantes de um processo de formação continuada em geometria. *Educação Matemática Pesquisa*, São Paulo, v. 11, n.1, 2009, p. 165-185.

MEYER, C. *Derivada/reta tangente: imagem conceitual e definição conceitual*. São Paulo, 2003. 159f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUCSP, São Paulo, 2003.

MIRANDA, H. S.; OLIVEIRA, F. L. Protótipo de um módulo de brainstorm baseado em mapas conceituais para uma rede social educacional Web. In: XIII Encontro de Computação e Informática do Tocantins, 2011, Palmas. *Anais do XIII Encontro de Computação e Informática do Tocantins*, 2011.

MONEREO, C.; FUENTES, M. Ensino e aprendizagem de estratégias de busca e seleção de informações em ambientes virtuais. In: COLL, C.; MONEREO, C. (Orgs.). *Psicologia da Educação Virtual: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação*. Porto Alegre: Artmed, 2010, p. 346 - 365

MOREIRA, M. A. *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília: Editora da UnB, 2006.

MOREIRA, M. A. *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>. Acesso em 10/07/2012.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. *Aprendizagem significativa - a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Editora Moraes, 1982.

NASSER, L. Ajudando a superar obstáculos na aprendizagem de cálculo. In: IX Encontro Nacional de Educação Matemática, 2007, Belo Horizonte. *Anais do IX Encontro Nacional de Educação Matemática*. Belo Horizonte - MG: SBEM, 2007.

NASSER, L. Uma pesquisa sobre o desempenho de alunos de cálculo no traçado de gráficos. In: FROTA, M. C. R.; NASSER, L. (org.). *Educação Matemática no Ensino Superior*. Pesquisas e Debates. Recife: SBEM, 2009, p. 43-58.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. *Práxis Educativa*. Ponta Grossa, v.5, n.1, jan.-jun., 2010, p. 9-29.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. The development and evolution of the concept mapping tool leading to a new model for Mathematics Education. In: AFAMASAGA-FUATA'I, K. (ed.). *Concept mapping in mathematics: research into practice*. New York, NY: Springer, 2009, p. 259- 277.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. *Aprender a aprender*. Lisboa: Plátano, 1996.

PIMENTEL, F. S. C.; COSTA, C. J. A. Os mapas conceituais na pesquisa da prática da tutoria na educação online. *Educação a Distância e Práticas Educativas Comunicacionais e Interculturais*, Sergipe, v. 4, 2010, p. 59-71.

PUGA, Z. L. Mapas Conceituais: usando o software CmapTools no ensino e na aprendizagem de matemática. In: XIII Conferência Interamericana de Educação Matemática, 2011, Recife. *Anais*. Recife: CIAEM, 2011.

REZENDE, W. M. O ensino de Cálculo: dificuldades de natureza epistemológica. In: MACHADO, N.; CUNHA, M. (org.). *Linguagem, Conhecimento, Ação, ensaios de epistemologia e didática*. São Paulo: Escrituras, 2003. Disponível em <[www.nilsonmachado.net/lca19.pdf](http://www.nilsonmachado.net/lca19.pdf)>. Acesso em 20/08/2012.

RUIZ-MORENO, L. *et al.* Mapa conceitual: ensaiando critérios de análise. *Revista Ciência e Educação*. Bauru, v. 13, n. 3, set-dez, 2007, p. 453-463

TAVARES, R. Construindo mapas. *Ciências & Cognição*, Rio de Janeiro, v. 12, dez. 2007, p. 72-85.