

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA APRENDIZAGEM DO CÁLCULO

Samuel Souza Meira

smeira@uneb.br

UNEB - Brasil

Doutorando em Educação Matemática

PUCSP

Ana Lúcia Manrique

manrique@pucsp.br

Docente do Programa de Pós-Graduação

em Educação Matemática PUCSP - Brasil

Modalidade: CB – Comunicação breve

Nível: Terciário – Universitário

Tema: 1.8 – Processos Psicológicos envolvidos no Ensino e Aprendizagem da
Matemática

Palavras Chave: Aprendizagem significativa, subsunçoes, cálculo diferencial e
Integral, assimilação.

Resumo

Esse artigo apresenta elementos da teoria da aprendizagem significativa e suas contribuições para a aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral, abordando a aquisição de novos significados pelo aprendiz, bem como fatores e condições necessárias para que ocorra aprendizagem. Serão apresentadas situações de vivência de aulas de Cálculo para estudo de como novos conhecimentos são assimilados e obliterados, produzindo alterações dos conhecimentos do aprendiz relacionados ao Cálculo. Este estudo envolverá a utilização, como instrumentos de coleta de dados, de mapas conceituais, bem como as produções dos aprendizes relacionadas às situações propostas.

A teoria da aprendizagem significativa foi apresentada por Ausubel na década de 60 e desenvolvida com seus colaboradores Novak e Hanesian nas décadas seguintes. Foi proposta num contexto histórico de hegemonia condutivista na psicologia, contrapondo a influência da Escola Comportamentista, que defende a aprendizagem escolar como compreendida e explicada a partir de leis estabelecidas, advinda de pesquisas realizadas em laboratórios.

Segundo Moreira (1999), na atualidade, as palavras de ordem são aprendizagem significativa, mudança conceitual e construtivismo. Em educação, o bom educador é

aquele que promove a mudança conceitual, promovendo a função de facilitador da aprendizagem significativa.

A teoria da aprendizagem significativa fornece uma contribuição importante para compreensão do ensino-aprendizagem, constituindo-se como uma ‘ferramenta’ importante para educadores e pesquisadores educacionais, pois está fundamentada na premissa de que a psicologia educacional se preocupa primeiramente com a natureza, condições, resultados e avaliação da aprendizagem na sala de aula, e está focada na Escola como espaço educativo.

Segundo Ausubel e seus colaboradores (1980, p.23), a aprendizagem significativa ocorre quando a tarefa de aprendizagem implica em relacionar de forma não arbitrária e substantiva (não literal), uma nova informação a outras informações na qual o aprendiz esteja familiarizado, utilizando uma estratégia para este procedimento. A aquisição de novos significados pelo aprendiz denota um processo de aprendizagem significativa, em que novos significados são produtos da aprendizagem significativa. Dessa forma, a aprendizagem significativa deve ser preferida, pois favorece a retenção, aquisição de significados e a transferência de aprendizagem. Tem como vantagens a ampliação das estruturas cognitivas do aprendiz, de forma que o conhecimento adquirido é mais duradouro, aumenta a capacidade de aprender outros conteúdos ou materiais com maior facilidade e facilitando a aprendizagem seguinte, mesmo quando houver esquecimento, ou precise de uma reaprendizagem (Sala & Goñi, 2000, p.233).

Para que a aprendizagem seja potencialmente significativa, segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 36-37), depende no mínimo de dois fatores: primeiro, a natureza do assunto a ser aprendido e segundo, a natureza da estrutura cognitiva do aprendiz. Quanto à natureza do assunto, esta deve ser não arbitrária e não aleatória, de modo que estabeleça uma relação não arbitrária e substantiva com idéias relevantes e localizadas no domínio da capacidade intelectual humana. Quanto à natureza da estrutura torna-se necessário que o conteúdo ideacional relevante esteja disponível na estrutura cognitiva do aprendiz. Daí, o potencial significativo do material a ser aprendido varia em relação à experiência educacional e a outros fatores como idade, QI, ocupação, condições sócio-culturais e as estratégias didáticas.

Segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 34), a essência do processo de aprendizagem significativa consiste em que as idéias expressas simbolicamente sejam relacionadas às informações prévias adquiridas pelo aprendiz e que essas ideias também sejam relacionadas a algum aspecto relevante na estrutura cognitiva do aprendiz.

Para que ocorra um processo de aprendizagem significativa, torna-se necessário as seguintes condições: primeira condição se refere à significatividade lógica do novo material que é preciso aprender, deve ser coerente e clara para facilitar o estabelecimento de relações com o conhecimento prévio do aprendiz, ou seja, deve se constituir num material potencialmente significativo, substancial e não arbitrário para relacionar com as idéias relevantes do aprendiz, com possibilidades de ser incorporada a sua estrutura de conhecimento; a segunda condição se refere à significatividade psicológica, onde o aprendiz deve ter uma estrutura de conhecimentos prévios para que haja aprendizagem, e essas estruturas prévias devem ter características que possam relacionar com os novos conhecimentos e, como última condição, o aprendiz precisa ter a disposição favorável para aprender de maneira significativa (Ausubel, Novak & Hanesian, 1980). A essa disposição favorável para aprendizagem significativa, Coll (apud Sala & Goñi, 2000, p. 235) denomina como “um toque de atenção sobre o papel decisivo dos aspectos motivacionais”.

De acordo com Madruga (1996, p. 71), a aprendizagem significativa como um processo que depende “das idéias relevantes que o sujeito já possui, e se produz através da interação que se dá entre a nova informação e as idéias existentes na estrutura cognitiva” e como resultado dessa interação ocorre à assimilação entre os velhos e os novos significados, formando uma estrutura cognitiva altamente diferenciada.

A interação entre a estrutura cognitiva prévia do aprendiz e o material ou conteúdo de aprendizagem, torna-se processo central de uma aprendizagem significativa. Segundo Sala e Goñi (2000, p. 233), essa interação torna-se a um processo de modificação da estrutura cognitiva inicial e do material que é preciso aprender, dessa forma, constituindo-se o núcleo da aprendizagem significativa.

Três noções básicas são necessárias para compreensão da teoria de Ausubel, como o conceito de subsunçor, de inclusão obliteradora e de assimilação. Quando uma nova informação se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do aprendiz, ou seja, a nova informação interage com a estrutura do conhecimento, é denominada de ‘conceito subsunçor’ ou ‘subsunçor’ ou ‘inclusor’. Sendo o subsunçor uma idéia, um conceito, uma proposição que já existe na estrutura cognitiva do aprendiz, servindo de ‘ancoradouro’ a uma nova informação (Moreira, 1999, p. 11).

Exemplificando, temos em matemática o conceito de número existente na estrutura cognitiva do aprendiz quando ingressa na Escola. Esse conceito servirá de subsunçor

para novas informações em um determinado tipo de número, por exemplo, um número racional. O subsunçor existente na estrutura cognitiva pode ser abrangente, bem elaborado, claro, estável ou limitado, pouco desenvolvido, instável, dependendo da maneira de como serviram de ancoradouro para as novas informações referentes ao número, número inteiro, número racional, número real e número complexo. No momento em que esses novos conceitos são aprendidos de maneira significativa, o conceito de número fica mais abrangente, mais elaborado e capaz de servir como subsunçor para novas informações relativas ao conceito de número.

Quando as novas informações ancoram-se em subsunçores existentes na estrutura cognitiva, ocorre à aprendizagem significativa.

A inclusão obliteradora é o processo de interação entre o material de aprendizagem e os conceitos subsunçores, de forma que o conceito subsunçor e o material de aprendizagem ficam modificados. O resultado do processo de inclusão obliteradora é uma autêntica assimilação entre os velhos e os novos significados, gerando uma estrutura de conhecimento mais rica e diferenciada da original (Sala & Goñi, 2000, p. 234).

O princípio da assimilação é o resultado da interação que ocorre na aprendizagem significativa entre o novo material a ser aprendido e a estrutura cognitiva existente.

Na organização do ensino, Sala e Goñi (2000, p. 236) citam que Ausubel considera a estrutura cognitiva do aprendiz e sua manipulação por meio da maneira de apresentar e organizar o conteúdo de ensino como relevante para que ocorra a aprendizagem significativa e apresenta como propostas para delinear e planejar o ensino a utilização dos organizadores prévios e da organização do ensino, estabelecendo hierarquias conceituais.

No ensino do Cálculo, tornam-se necessários os organizadores prévios, ou seja, conteúdos ou conceitos básicos necessários para criar e/ou mobilizar os subsunçores necessários para aprendizagem do novo material.

Na organização sequencial, os conhecimentos precedentes do Cálculo, devem ser assimilados de maneira clara e organizada, para que ocorra a aprendizagem significativa. O ensino-aprendizagem do Cálculo torna-se um desafio, pois as dificuldades em atender a este princípio tem gerado muitas dificuldades de aprendizagem.

Estruturar e organizar o ensino cálculo, a partir de hierarquia conceitual, consiste em que o professor estabeleça a seqüência de tópicos, observando os conhecimentos precedentes para aprendizagem de novos conhecimentos, isto é, torna-se necessário que

o aprendiz tenha na sua estrutura cognitiva os subsunçores necessários para aprendizagem de um novo conteúdo.

Nesta situação, ao estabelecer a estrutura da matéria, o professor deve considerar para que ocorra aprendizagem significativa do Cálculo Diferencial e Integral, os necessários organizadores prévios como subsunçores para uma aprendizagem significativa de novos conteúdos.

Para que o aprendiz possa aprender de maneira significativa o assunto de derivada (novo conceito), tornam-se necessário e indispensável os conhecimentos prévios de: limites, operações algébricas, produtos notáveis, fatoração, conjuntos dos números reais, intervalos, e outros conteúdos da matemática elementar. Esses conhecimentos irão funcionar como materiais introdutórios, como conceitos básicos inclusivos ou subsunçores necessários para a aprendizagem do novo material, ou seja, o conceito de derivada. O novo conceito (derivada), uma vez aprendido irá interagir com os conceitos existentes (subsunçores) na estrutura cognitiva do aprendiz, produzindo um complexo ideacional que assimilado e obliterado irá produzir o novo conceito (conceito de derivada). Quando o novo conceito (derivada) não encontrar subsunçores relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz (ou seja, conceito de limites, operações algébricas, produtos notáveis, fatoração, conjuntos dos números reais, intervalos e outros conteúdos da matemática elementar), então a aprendizagem não será significativa. Mas, embora não ocorra aprendizagem efetivamente, a mesma poderá servir de subsunçores para uma nova aprendizagem.

No intuito de verificar a teoria da aprendizagem significativa com nossos alunos no conteúdo de derivadas foi realizada uma coleta de dados através de duas avaliações realizadas com a turma 2012.2 de Cálculo I do Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade do Estado da Bahia (UNEB) – Campus IX em que inicialmente 10 estudantes participaram da primeira avaliação (anexo 1) dos conteúdos de derivadas que constou de 5 questões com itens a e b envolvendo o cálculo das derivadas aplicando a definição, cálculo das derivadas aplicando as regras de derivação, derivadas sucessivas, derivadas de funções implícitas e equação da reta tangente. Após 6 meses foi aplicada na referida turma a mesma avaliação em que 7 estudantes participaram e passaremos a denomina-los de A1, A2, A3, A4, A5, A6 e A7. Após verificar os resultados (anexo 2) e comparando e analisando ambas as avaliações, constatamos que houve em média na turma 2012.2 de Cálculo I um decréscimo de 11,43% (32,86% para 21,43%) dos estudantes que souberam as definições, regras ou propriedades e souberam desenvolver

corretamente; houve um acréscimo de 2,86% (20,00% para 22,86%) dos estudantes que souberam as definições, regras ou propriedades e não souberam desenvolver corretamente; houve um decréscimo de 7,14% (28,57% para 21,43%) dos estudantes que não souberam as definições, regras ou propriedades e não souberam desenvolver corretamente e houve um acréscimo de 15,71% (18,57% para 34,28%) dos estudantes que deixaram as questões em branco.

Da análise, percebe-se que de acordo com a teoria da aprendizagem significativa que poucos estudantes de Cálculo (21,43%) desenvolveram os subsunçores necessários para que as novas informações fossem relacionadas de maneira não arbitrária e substantiva a sua estrutura cognitiva, ou seja, a nova informação (conteúdo de derivada) houve uma pequena interação com a estrutura do conhecimento dos referidos estudantes e que o resultado do processo de inclusão obliteradora como processo de interação entre o material de aprendizagem e os conceitos subsunçores que fornece os resultados da interação da aprendizagem significativa resultando assim “o bloqueio da assimilação ou esquecimento significativo” (Ausubel, Novak & Hanesian, 1980, p.106) e parece que tiveram um alto percentual (34,28%) de total esquecimento.

Foram também solicitados a cada estudante que elaborasse um mapa conceitual sobre as derivadas, para análise e relação entre os conceitos, conhecimentos da definição de derivadas, conhecimentos prévios para o estudo das derivadas sendo que o estudante A1 não entregou o referido mapa conceitual.

Os mapas conceituais, segundo Moreira (1997, p. 107) são diagramas que indicam as relações entre os conceitos e são interpretados como diagramas hierárquicos apresentando a organização conceitual de um componente curricular ou parte desse componente. Podem ser usados como instrumento didático para mostrar as relações hierárquicas entre os conceitos ensinados em uma unidade de estudo ou até mesmo no decorrer de todo curso.

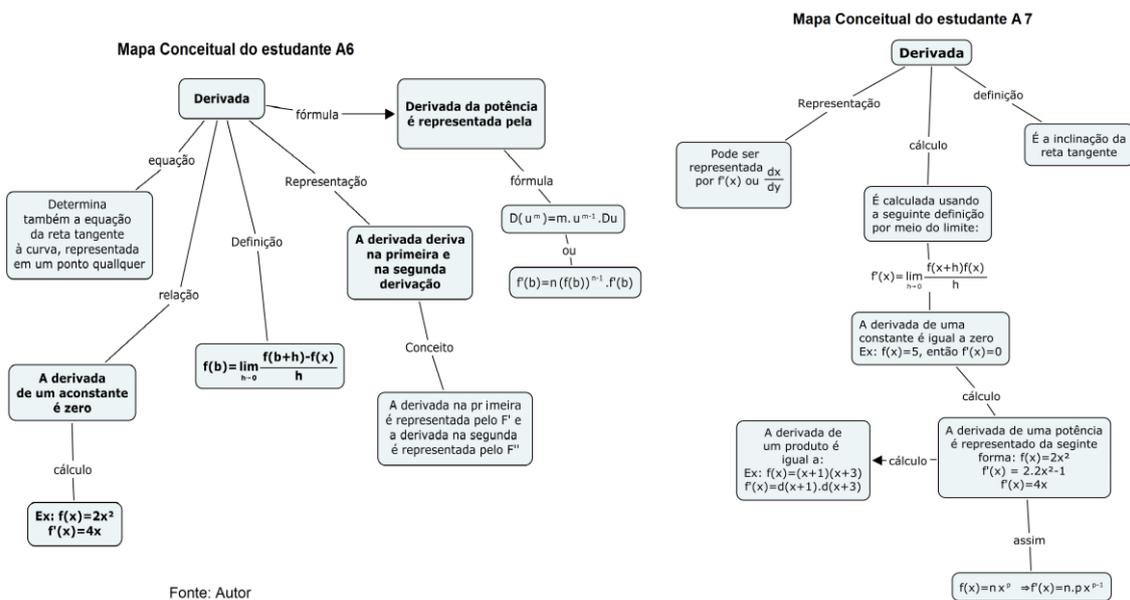
Segundo Amoretti (2001), os mapas conceituais demonstram ser uma ferramenta adequada para realizar a aprendizagem significativa, na perspectiva do aprendiz, possibilitando desenvolver um processo cognitivo de aprendizagem em que o próprio aprendiz orienta a aquisição de novas informações e estão relacionadas diretamente com a estrutura de conhecimento prévio.

Os mapas conceituais podem ser utilizados como instrumento de avaliação e como critério de avaliação, como coerência, criatividade, expressividade e logicidade que poderá atribuir pesos correspondentes a cada critério estabelecido. Os mapas

conceituais, podem também associar a auto-avaliação, onde o aprendiz expressa seu conhecimento.

Segundo Sala e Goñi (2000, p. 239), os mapas conceituais estimulam a reflexão e o metac conhecimento do aprendiz sobre seus próprios processos cognitivos e de aprendizagem, como elemento essencial para melhorar sua capacidade de regular e controlar sua aprendizagem e constituindo como ferramenta importante no processo ensino-aprendizagem em matemática.

Da análise dos mapas conceituais foi constatada a falta de relações entre os conceitos apresentados pelos estudantes A3, A4 e A5; falta de conhecimento da definição pelo estudante A3; os estudantes A6 e A7 não demonstram os conhecimentos prévios para o conhecimento de derivadas, onde o estudante A6 representa a derivada de uma função constante e exemplifica através de uma função do 2º grau e o estudante A7 não consegue representar corretamente a derivada de uma função produto como apresentado nos mapas conceituais dos estudantes A6 e A7.



Os novos significados como produto de uma aprendizagem significativa devem ser preferidos, pois fornece a retenção de novos significados e a transferência de aprendizagem, ocorrendo assim uma ampliação das estruturas cognitivas do aprendiz de forma duradoura, aumentando a capacidade de aprender outros conteúdos com maior facilidade, até mesmo quando ocorre esquecimento.

Da análise das avaliações e dos mapas conceituais elaborados pelos estudantes da Turma 2012.2 de cálculo da UNEB, percebe-se ausência dos organizadores prévios como subsunçores para uma aprendizagem significativa de novos conteúdos de derivadas, que verificado pelos resultados obtidos, concluímos que de acordo com a teoria, poucos estudantes de cálculo (21,43%) desenvolveram subsunçores necessários para uma aprendizagem significativa e um alto índice (34,28%) de questões em branco, denotando assim, segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 106), “bloqueio da assimilação ou esquecimento significativo”. Os mapas conceituais também denotam falta de relação entre os conceitos, ausência de conhecimento das definições, regras e representação, desenvolvimento e aplicação das derivadas.

Referências Bibliográficas:

- Amoretti, M. S. M. (2001). *Protótipos e estereótipos: aprendizagem de conceitos. Reflexões a partir de experiências em educação a distancia.* (revista) Informática na educação: Teoria e Prática. PGIE – UFRGS. v. 4, n.o 2, Dezembro. www.rau-tu.unicamp.br/nou-rau/ead/document/?view=19
Consultado em: 21/julho/2003.
- Ausubel, D. P; Novak, J. D & Hanesian, H. (1980). *Psicologia Educacional.* Rio de Janeiro: Editora Interamericana.
- Madrugá, J. A. G. (1996). *Aprendizagem pela Descoberta Frente a Aprendizagem pela Recepção: A Teoria Verbal Significativa;* in Coll. C; Palacios, J & Marchesi, A, *Desenvolvimento Psicológico e Educação: Psicologia da Educação –* Porto Alegre: Editora Artes Medicas.
- Moreira, M. A. (1997). *Mapas conceituais no Ensino de Física. In Técnicas e Instrumentos de Avaliação.* v. 1 Curso de Especialização a Distancia. Brasília: Editora Universidade de Brasília.
- Moreira, M. A. (1999). *Aprendizagem significativa.* Brasília: Editora Universidade de Brasília.
- Sala, E. M & Goni, J. O. (2000). *As Teorias da Aprendizagem Escolar.* In Salvador, C. C. [et all]. *Psicologia do Ensino.* Porto Alegre: Editora Artes Medicas.

Anexos:

Anexo 1



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA – UNEB
CAMPUS IX DEPARTAMENTO CIÊNCIAS HUMANAS
Colegiado de Matemática
Componente Curricular: Calculo I
Prof. Samuel Souza Meira

Aluno(a) _____ Data: ____/____/____

Avaliação

- 1) Calcular as derivadas das funções usando a definição:
 - a) $f(x) = -3x^2 + x$.
 - b) $f(x) = \frac{2}{x}$
- 2) Calcular a derivada de cada função:
 - a) $f(x) = (x - 4)^2$
 - b) $f(x) = \cos x \cdot \text{sen} x$
- 3) Determinar a equação da reta tangente à curva:
 - a) $x^3 + y^3 = 2xy$ no ponto (2, 1)
 - b) $xy + y^2 = 2$ no ponto (1, 1)
- 4) Calcular a segunda derivada da função:
 - a) $f(x) = (1 + 3x)^{1/3}$
 - b) $f(x) = \sqrt{x} + \frac{1}{\sqrt{x}}$
- 5) Calcular a derivada:
 - a) $y = \frac{1 + e^{2x}}{\text{sen} x}$
 - b) $y = \frac{x^3 + x^2}{\text{sen} hx}$

Anexo 2

Resultados das Avaliações da Turma 2012.2 – Cálculo I

1ª Avaliação					2ª Avaliação				
Questão	A	B	C	D	Questão	A	B	C	D
1.a	3	2	2	-	1.a	3	1	2	1
1.b	1	3	2	1	1.b	2	2	1	2
2.a	5	-	2	-	2.a	4	1	1	1
2.b	2	2	3	-	2.b	3	1	1	2
3.a	2	1	3	1	3.a	-	1	3	3
3.b	2	-	2	3	3.b	-	-	1	6
4.a	1	3	2	1	4.a	2	2	2	1
4.b	-	3	2	2	4.b	1	2	2	2
5.a	4	-	1	2	5.a	-	3	1	3
5.b	3	-	1	3	5.b	-	3	1	3
Nº abs. da Turma	23	14	20	13	Nº abs. da Turma	15	16	15	24
Percentual	32,85%	20,00%	28,57%	18,57%	Percentual	21,43%	22,86%	21,43%	34,28%

Legenda:

A – Estudantes que souberam a definição, regra ou propriedade e souberam desenvolver.

B – Estudantes que souberam a definição, regra ou propriedade e não souberam desenvolver.

C – Estudantes que não souberam a definição, regra ou propriedade e não souberam desenvolver.

D – Estudantes que deixaram a questão em branco.