

# **O Ensino da trigonometria subsidiado pela teoria da aprendizagem significativa e pela teoria dos campos conceituais**

XIII CIAEM-IACME, Recife, Brasil, 2011  
Prof<sup>a</sup>. Ms. Marjúnia Édita Zimmer Klein  
IENH - Instituição Evangélica de Novo Hamburgo  
Brasil  
E-mail: marjunia.k@ienh.com.br

## **Resumo**

Este trabalho de pesquisa, tendo como fundamentação teórica a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, tem como objetivo discutir uma metodologia de ensino que possa contribuir para uma construção significativa dos conceitos envolvidos no campo conceitual da trigonometria. A teoria de Ausubel ressalta que é importante para a aprendizagem que o professor identifique os conhecimentos prévios dos alunos e organize materiais potencialmente significativos e motivadores, enquanto que a teoria de Vergnaud salienta de que a situação é que dá sentido aos conceitos e é através dela que o aluno tem condições de explicitar os seus conhecimentos-em-ação e transformá-los em conhecimentos científicos. Sendo assim, foi planejada e executada a investigação dos conceitos prévios e esses serviram de base para a construção e proposta de situações, nas quais, os alunos, de forma individual ou em pequenos grupos, poderiam explicitar e construir novos conhecimentos.

Palavras-chave: Educação Matemática, Trigonometria, Conhecimentos Prévios, Situações, Conhecimentos-em-ação.

## **Introdução**

Ao longo da história, desde o seu surgimento como ciência, a Matemática tem sido aplicada na solução de problemas práticos e teóricos enfrentados pelo homem, auxiliando na melhoria da qualidade de vida do cidadão. Essa, entretanto, não é a imagem com que ela é apresentada na educação, principalmente nas últimas séries do Ensino Fundamental e no Ensino Médio (FELICETTI, 2007); na maioria das vezes, ela é vista como uma ciência afastada da realidade, um quebra-cabeça de difícil compreensão e causadora de um número expressivo de reprovações.

Diante dessas circunstâncias e da necessidade de uma mudança de postura frente aos processos de ensino e de aprendizagem, propus-me a fazer uma investigação para responder à seguinte questão de pesquisa:

*É possível promover, facilitar uma aprendizagem significativa em trigonometria, utilizando uma metodologia baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel e na Teoria dos Campos Conceituais de (TCC) Vergnaud?*

A escolha pelo desenvolvimento do conteúdo de trigonometria parece-me apropriado por representar um desafio, tendo em vista as dificuldades de aprendizagem manifestadas pelos alunos ano após ano e por ser, ao mesmo tempo, um tema de grande impacto na vida cotidiana dos alunos.

### **Fundamentação Teórica**

Aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação interage com uma estrutura do conhecimento, já existente e específica (conceito subsunçor), produzindo uma nova informação que adquire um novo significado, inclusive para os subsunçores preexistentes. Ou seja, há uma interação não arbitrária e não literal que contribui para a diferenciação, a elaboração e a estabilidade da própria estrutura cognitiva, fazendo com que o indivíduo adquira um corpo de conhecimento claro, estável e organizado, que passa a ser a principal variável independente na aquisição de novas informações da mesma área.

De acordo com Ausubel (MOREIRA, 1999, p.168), existem três variáveis importantes da estrutura cognitiva que devem ser levadas em conta na facilitação da aprendizagem significativa e da retenção:

- a disponibilidade, na estrutura cognitiva do aprendiz, de idéias-âncora, especificamente relevantes, em nível ótimo de inclusividade, generalidade e abstração;
- a discriminação de conceitos e princípios, similares ou diferentes (mas potencialmente confundíveis), usados no material de aprendizagem, e;
- a estabilidade e clareza das idéias-âncora.

O papel do professor nessa tarefa de facilitação da aprendizagem significativa envolve quatro aspectos, quais sejam:

- identificar os conceitos mais relevantes, os que têm um nível intermediário de generalidade e inclusividade e os menos inclusivos, realizando um “mapeamento” da estrutura conceitual, preocupando-se com a qualidade e não com a quantidade;
- identificar quais são os subsunçores (conceitos, proposições e idéias claras, precisas, estáveis) que o aluno deveria ter na sua estrutura cognitiva e que são relevantes à aprendizagem significativa do conteúdo;
- diagnosticar o que o aluno já sabe, isto é, saber distinguir entre o que é importante e relevante para a aprendizagem e aquilo que o aluno já tem disponível na sua estrutura cognitiva;
- ensinar através de recursos e princípios que auxiliem o aluno a assimilar a matéria e organizem a sua própria área de conhecimento, pela aquisição de significados claros, estáveis e transferíveis.

Concomitante com a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel (1980), considera-se relevante citar a Teoria dos Campos Conceituais (TCC) de Vergnaud (1993), pois, em muitos aspectos, as teorias são complementares.

Para Vergnaud, existe a premissa de que o conhecimento está organizado em campos conceituais. E, segundo ele:

Campo conceitual é um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, estruturas, conteúdos e operações de pensamento conectados uns aos outros e, provavelmente, entrelaçados durante o processo de aquisição (VERGNAUD, apud MOREIRA, 2004, p. 8).

A teoria dos campos conceituais é uma teoria psicológica cognitivista que busca propiciar uma estrutura coerente e alguns princípios básicos ao estudo do desenvolvimento das competências complexas, sobretudo, às que dependem da ciência e da técnica. Sua principal finalidade é propor uma estrutura que permita compreender as filiações e rupturas entre conhecimentos, em crianças e adolescentes, entende-se por “conhecimentos”, tanto as habilidades quanto as informações expressas.

As palavras-chave da teoria dos campos conceituais são: *campo conceitual, conceito, situação, esquema e invariante operatório (teorema-em-ação ou conceito-em-ação)*.

*Campo conceitual* é um conjunto de situações, problemas, relações, conteúdos, operações de pensamento e procedimentos que o indivíduo dispõe ou acessa para dar sentido a uma determinada unidade (assunto), para compreender o real.

*Conceito* é, para Vergnaud, a reunião de três conjuntos:

- o conjunto de situações que vão dar sentido ao conceito;
- o conjunto de invariantes operatórios (objetos, propriedades e relações), que o indivíduo vai utilizar para analisar e compreender as situações do primeiro conjunto;
- o conjunto das representações simbólicas (linguagem natural, símbolos, gráficos, diagramas), que o indivíduo vai utilizar para representar as relações nas situações;

Para o desenvolvimento de um conceito e o seu uso, ao longo da aprendizagem, necessita-se considerar-se os três conjuntos, simultaneamente.

*Situação* é, para Vergnaud, uma combinação de tarefas, às quais é importante conhecer suas naturezas e dificuldades próprias. O desempenho em cada sub tarefa tem importância para o desempenho global, mas, se houver dificuldades, elas, necessariamente, não precisam ser somadas ou multiplicadas. Destaca que, num certo campo conceitual, existe uma grande variedade de situações e os conhecimentos dos alunos são moldados pelas situações que encontram e que, progressivamente, dominam. Por conseguinte, as situações é que dão sentido aos conceitos.

*Esquema* é uma forma de o indivíduo dar conta da situação, ou seja, é a organização das habilidades sensório-motoras e intelectuais que ele utiliza para compreender determinada situação.

Os *invariantes operatórios* são designados pelas expressões “*conceito-em-ação*” e “*teorema-em-ação*”; são os componentes essenciais dos esquemas e determinam as diferenças entre eles.

Analisando as duas teorias, que assumi na pesquisa, vemos que:

➤ a teoria de Ausubel é uma teoria de aprendizagem, de sala de aula, em que acontece a aquisição do conhecimento, em situação formal de ensino, enquanto que, a teoria de Vergnaud é uma teoria psicológica, que se propõe a localizar e estudar as continuidades e rupturas entre conhecimentos de seu ponto de vista conceitual;

➤ a teoria de Ausubel preocupa-se com a aquisição de conceitos explícitos e formalizados, chegando a propor princípios programáticos, como a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação;

➤ o que para Ausubel são campos organizados de conhecimento, para Vergnaud são campos conceituais;

➤ a teoria dos campos conceituais de Vergnaud não é uma teoria de ensino de conceitos explícitos e formalizados, mas subjacente, como já citado anteriormente, tem a idéia de que os conhecimentos-em-ação podem evoluir para conhecimentos científicos com a mediação do professor.

Assim, Vergnaud, através da sua teoria dos campos conceituais, fornece um referencial muito rico para compreender, explicar e investigar o processo da aprendizagem significativa de Ausubel. Para Vergnaud (1993) não basta copiar e repetir, é necessário refletir sobre as ações e, através delas, superar as dificuldades que forem encontradas, pouco a pouco; logo o processo de aprendizagem acontece aos poucos e a formação de um conceito pode durar vários anos.

### **Desenvolvimento do projeto**

Foram escolhidos como sujeitos da pesquisa alunos da segunda série do Ensino Médio de uma Escola da rede particular. A escolha pela segunda série deveu-se ao fato de o tema trigonometria ser discutido nesse nível. Seguem as atividades e situações elaboradas e aplicadas:

Atividade 1 : Por meio de um questionário, identificaram-se os conceitos prévios dos alunos sobre o que é um triângulo retângulo, das características que os distinguem dos demais e das habilidades em desenhá-los.

Situação 1 (elaborada a partir do questionário anterior) :Definição das razões trigonométricas e identificação da propriedade de que, independente das dimensões dos lados dos triângulos, as razões permanecem iguais, desde que os ângulos internos desses triângulos sejam iguais.

Situação 2: Construção de um astrolábio para determinação da altura de um objeto, elegendo a razão trigonométrica mais adequada para esse fim.

Situação 3: Re-construção do conceito do número  $\pi$  com o auxílio de círculos; determinação das equivalências entre arcos e ângulos; do comprimento (perímetro) da circunferência e comprimento de um arco relacionado a um ângulo; equivalência entre graus e radianos.

Situação 4: Abdicar da idéia de razão trigonométrica para seno, cosseno e tangente e redefini-las como funções trigonométricas, a partir da construção de um círculo trigonométrico (CT) no qual a medida do raio é unitária.

Situação 5: Observar a relação entre os arcos congruos por meio da utilização de CT e estabelecer “regras” para os eu uso, bem como visualizar a redução ao primeiro quadrante.

Situação 6: Construção dos gráficos das funções seno, cosseno e tangente e exposição dos mesmos em sala de aula., definindo domínio, imagem e período para cada gráfico.

Situação 7: Utilização do ambiente “moodle”, com o software “free” *Graphmática* para visualização de possíveis mudanças causadas na imagem da senóide, cossenóide e tangentóide, quando pó ocasião de mudanças na escrita da função trigonométrica.

Situação 8: Visualização e definição das funções derivadas, secante, cossecante e cotangente, por meio do Círculo Trigonométrico (CT).

## Considerações Finais

Partindo do pressuposto que os conhecimentos prévios são chamados de “subsunçores” ou “idéias âncora” e que a sua organização hierárquica, não estática, forma a estrutura cognitiva do aluno, identificaram-se os conhecimentos prévios dos alunos em relação ao conceito mais inclusivo que se considerou pertinente ao conteúdo de trigonometria, o de triângulo retângulo. Essa coleta de dados realizou-se a partir de um questionário e permitiu obter pistas sobre os conhecimentos-em-ação que estavam sendo utilizados pelos alunos, naquele momento. Vergnaud (1993) e Moreira (2004) salientam que as concepções prévias dos alunos contêm teoremas e conceitos-em-ação, muitas vezes determinantes no progressivo domínio de um campo conceitual, podendo auxiliar ou prejudicar a aprendizagem, e cabe ao professor, por meio de um mapeamento, realizar esse diagnóstico e orientar as situações de aprendizagem.

A construção do conhecimento pelo aprendiz não é um processo linear, facilmente identificável. Ao contrário, é complexo, tortuoso, demorado, com avanços e retrocessos, continuidades e rupturas. O conhecimento prévio é determinante no progressivo domínio de um campo conceitual, mas pode também, em alguns casos, ser impeditivo (MOREIRA, 2004, p. 21).

Esse levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos orientou a etapa seguinte e forneceu subsídios para organizar e elaborar situações de aprendizagem próprias.

A segunda etapa diz respeito à elaboração e aplicação das situações de aprendizagem, estimulando o desenvolvimento cognitivo dos alunos, nesse campo conceitual.

Considerando que o conhecimento está organizado em campos conceituais, onde o aluno desenvolve esquemas (conceitos e teoremas-em-ação) para evoluir dentro de um processo de conceitualização, que é o conhecimento, ao se trabalhar com situações de aprendizagem dá-se a oportunidade para que esses esquemas sejam visualizados e progridam para conhecimentos científicos.

Sendo assim, as situações foram programadas e procuraram privilegiar:

- a diferenciação progressiva, com a apresentação de idéias mais inclusivas, seguidas de conceitos mais específicos. Por exemplo, o uso das razões em um triângulo retângulo para chegar no CT;
- a reconciliação integrativa, com a exploração entre conceitos ou proposições já estabelecidas, procurando as semelhanças e as diferenças entre elas. Por exemplo, a partir da semelhança de triângulos, inferir a constância na razão trigonométrica para seno, cosseno e tangente;
- a organização sequencial: cada novo tópico era relacionado com as idéias já discutidas e, presumivelmente, constantes na estrutura cognitiva dos alunos. Foi o caso na introdução dos arcos cômgruos: a relação de equivalência entre o grau e o radiano já havia sido aprendida;
- a promoção da consolidação: um novo tópico não deve ser introduzido antes que o anterior não esteja estável e organizado para o aluno. A resolução de exercícios variados envolvendo os assuntos desenvolvidos era uma oportunidade para aplicar e fixar os conceitos estudados;
- o uso e o manuseio de material concreto, como forma de estimular a criatividade e as características perceptivas;
- a elaboração e a explicitação de hipóteses;

- o trabalho em grupo, como forma de incentivar a troca de idéias entre os colegas;
- a organização das aulas;
- a participação do aluno, por meio de questionamentos entre seus pares e o professor-pesquisador e estabelecendo relações com situações do cotidiano;
- a possibilidade de obter pistas sobre os conhecimentos-em-ação, que estavam sendo utilizados e redirecionar, o ensino e a aprendizagem, prestando esclarecimentos, sempre que necessário;
- momentos que desestabilizassem cognitivamente o aluno, desafiando-o a pensar.

Durante a realização das situações, observou-se um clima de concentração, atenção e envolvimento com as tarefas que estavam sendo realizadas. Os alunos sentiam-se participantes do processo de ensino e aprendizagem. A aula era mais dinâmica, os alunos participavam efetivamente, evitavam-se os procedimentos mecânicos e desconectados da realidade, o que propiciou alguns momentos de prazer e de satisfação em aprender. Estabeleceu-se uma relação de parceira entre a professora-pesquisadora e os alunos. Ainda, a desinibição em realizar questionamentos melhorou a auto-estima e a auto-confiança.

O professor pode somente apresentar idéias de modo tão significativo quanto possível. A tarefa de organizar novas idéias num quadro de referência pessoal só pode ser realizada pelo aluno. Conclui-se, portanto, que idéias impostas aos alunos ou aceitas de modo passivo e não crítico não poderão ser significativas no verdadeiro sentido da palavra (AUSUBEL, 1980, p. 335).

A terceira etapa diz respeito à avaliação das competências e habilidades alcançadas, a formulação de hipóteses, a resolução de problemas e a utilização dos conhecimentos aprendidos.

Considera-se que as duas últimas etapas caminharam juntas. Se a avaliação tem a função de diagnóstico e o professor está preocupado com a formação do aluno, só tem sentido ser realizada durante o processo e não apenas no final.

Cury (2007) faz-nos pensar na seguinte questão:

Ao corrigir qualquer prova, teste ou trabalho de Matemática, muitas vezes o professor costuma apontar os erros cometidos pelos alunos, passando pelos acertos como se estes fossem esperados. Mas quem garante que os acertos mostram o que o aluno sabe? E quem diz que os erros evidenciam somente o que ele não sabe? Qualquer produção, seja aquela que apenas represente uma resolução-modelo, seja a que indica a criatividade do estudante, tem características que permitem detectar as maneiras como o aluno pensa e, mesmo, que influências ele traz de sua aprendizagem anterior, formal ou informal. Assim, analisar as produções é uma atividade que traz, para professor e para os alunos, a possibilidade de entender, mais de perto, como se dá a apropriação do saber pelos estudantes (CURY, 2007, p. 13)

Como forma de finalizar, mas não encerrar a reflexão em torno da metodologia utilizada, entende-se que os resultados da pesquisa desencadearam as seguintes asserções de valor e de conhecimento:

- é possível afirmar que a identificação dos conhecimentos prévios e dos conhecimentos-em-ação, nas situações propostas, resulta em uma significativa mudança de postura, tanto do professor como do aluno;

➤ verifica-se que essa metodologia favorece a concentração dos alunos, sua participação, seu envolvimento, sua criatividade; a possibilidade de argumentação, o levantamento de hipóteses, a reflexão, a oportunidade de estarem mais preparados para resolver os problemas do cotidiano;

➤ é possível, pela metodologia utilizada, contemplar tantos os aspectos conceituais, procedimentais e de atitude, o que só vem a enriquecer o ensino e fazer da aprendizagem, também, um momento de satisfação e prazer;

➤ a avaliação, nessa metodologia, ocorre como um momento de reflexão sobre o processo, considerando aluno e professor responsáveis pelo mesmo, sua função é fortalecer o ensino e a aprendizagem do assunto em questão, redirecionando as situações de aprendizagem, sempre que necessário.

Pelo exposto acima e pelo envolvimento dos alunos e da pesquisadora, pode-se afirmar que uma metodologia baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (TAS) e na Teoria dos Campos Conceituais (TCC) de Vergnaud provoca uma significativa mudança no processo de ensino e aprendizagem. Contribui para uma educação inovadora, mais humana, que desperta, no estudante, o interesse em participar da aula, transforma a sala de aula num rico laboratório, provocando o seu crescimento pessoal e cognitivo, considerando o aluno como um ser ativo, durante todo o processo.

## REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David; NOVAK, Joseph, D.; HANESIAN, Helen. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana Ltda. 1980. 625p.

COSTA, Sayonara Salvador Cabral da. **Resolução de problemas e aprendizagem em Física**. 1999. 189f. Dissertação (Mestrado em Física) - Instituto de Física, UFRGS, 1999.

CURY, Helena Noronha. **Análise de erros: o que podemos aprender com as respostas dos alunos**. Belo Horizonte: Autêntica, 2007. 116p.

DANTE, Luiz Roberto. **Contexto e Aplicações**. São Paulo: Ática. 2007. 624p.

FELICETTI, Vera Lucia. **Um estudo sobre o problema da matofobia como agente influenciador nos altos índices de reprovação na 1ª série do Ensino Médio**. 2007. 208 f. (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Instituto de Física, PUCRS, 2007.

KLEIN, Marjúnia Edita Zimmer. **O ensino da trigonometria subsidiado pelas teorias da Aprendizagem Significativa e dos Campos Conceituais**. 2009. 120f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Instituto de Física, PUCRS, 2009.

MORAES, R.; GALIAZZI, M.C. **Análise textual Discursiva**. Ijuí: UNIJUÍ, 2007. 223p.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de Aprendizagem**. Porto Alegre: Pedagógica e Universitária, 1999. 195p.

\_\_\_\_\_, Marco Antônio (org.). **A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a investigação nesta área**. Porto Alegre: Faculdade de Física, UFRGS, 2004.

\_\_\_\_\_, Marco Antônio. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Universidade de Brasília, 2006. 186p.

\_\_\_\_\_, Marco Antônio. **Mapas Conceituais e Diagrama V**. Porto Alegre: UFRGS. 2006. 103p.

VERGNAUD, Gerard. **Teoria dos campos conceituais**. In: NASSER, L., 1993, Rio de Janeiro. Anais do 1º Seminário Internacional de Educação Matemática do Rio de Janeiro.