

APRENDIZAGEM EM TRIGONOMETRIA – CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Cicero da Silva Pereira
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba
cspmat@gmail.com

Resumo:

Este trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa sobre o alcance e limitações de uma intervenção didática para funções trigonométricas, direcionada para o ensino noturno, fundamentada na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, através da leitura proposta por Moreira, chamada de Aprendizagem Significativa crítica, onde o autor concebe que a aprendizagem para ser significativa, necessita ser crítica. Apresentamos a metodologia apresentada e sua relação com o enfoque teórico, bem como na conclusão discorreremos sobre a importância da proposta em vários aspectos, bem como apresentamos os resultados obtidos, considerando também alguns limites da proposta, bem como a possibilidade de outras pesquisas a partir de aspectos não contemplados totalmente em nosso trabalho, bem como investigações que podem se desenvolver a partir deste.

Palavras-chave: educação matemática; trigonometria; ensino de trigonometria; aprendizagem significativa.

1. Introdução

A trigonometria é um dos mais antigos ramos da Matemática, surgida na antiguidade para medir ângulos e distâncias com o objetivo de localizar pontos sobre a superfície terrestre e apresenta hoje um grande número de aplicações em setores da ciência e tecnologia. É utilizada em várias situações práticas e teóricas envolvendo não somente problemas internos da matemática, outras disciplinas tecnológicas que envolvem fenômenos periódicos como eletricidade, termodinâmica, óptica, eletrocardiogramas, entre outros.

A matemática é sem dúvida, junto com as demais ciências, uma ferramenta de transformação da sociedade. Mesmo com esta inegável contribuição, a matemática ainda é uma das disciplinas mais odiadas pelos alunos e a aprendizagem dos seus

conhecimentos e de suas formas de raciocínios está aquém do que é demandado pela sociedade contemporânea.

O corpo deste trabalho, que trata de uma pesquisa de cunho qualitativo sobre a aprendizagem em trigonometria no ensino noturno, foi formado por uma série de fatores que julgamos importantes. A saber: a importância do acesso à escola a alunos que só podem frequentá-la neste horário, a importância do conhecimento matemático a fim de que, a partir dela, o aluno possa construir uma visão de mundo (não a única) e a forte contribuição que a compreensão de fenômenos explicados e regidos por leis trigonométricas influencia na formação dessa visão. A conjugação dessas ideias forma a ideia principal de nossa pesquisa.

A motivação para esta pesquisa surgiu durante o trabalho por nós desenvolvido no curso de especialização em ensino de matemática básica, na Universidade Estadual da Paraíba, findo em 2006. Durante a elaboração do trabalho, tivemos contato com a teoria da aprendizagem significativa, de Paul David Ausubel e fizemos um trabalho tendo como base esta teoria. Já o tema do ensino noturno surgiu do fato de presentemente estarmos nele envolvido e termos percebido que não existe uma abordagem de ensino voltada para a realidade da sala de aula deste turno.

Levantamos a hipótese de que a escolha de uma abordagem de ensino adequada à realidade do ensino noturno possibilita aos alunos atingirem os objetivos educacionais quanto à aprendizagem de conhecimentos matemáticos (conceituais, atitudinais e procedimentais), bem como desenvolver hábitos de estudo, de reflexão crítica e cooperativos.

Esta hipótese parte do princípio de que o ensino tradicional, geralmente praticado nas nossas escolas, baseado na transmissão de conhecimento por parte do professor não é adequada para responder as demandas educacionais contemporâneas e, que esta realidade torna-se mais acentuada no caso do ensino noturno. Sobre esta concepção, (BRIGHENTI, 2003), afirma que

esta concepção, que traz subjacente o homem como um ser passivo, no qual a aprendizagem ocorre por meio da ‘impressão’ dos conceitos estudados no seu cérebro, estabelece que o professor é o dono do saber, e portanto, o responsável para apresentar as definições, regras e teoremas já sistematizados e organizados” (p. 31)

Entendemos ainda que esta maneira de conceber o processo de ensino e aprendizagem:

a) não leva em consideração os conhecimentos prévios dos alunos e que são necessários para uma boa compreensão dos conceitos relativos à trigonometria, como circunferência, semelhança de triângulos, simetria e função;

b) o ensino é feito de forma descontextualizada, não levando em conta a história e as aplicações relevantes atuais deste conteúdo nos mais diversos campos da atividade humana.

c) não considera a realidade vivenciada pelo aluno do ensino noturno, quais sejam: falta de tempo para estudos extraescolar, utilização de livros textos e de metodologias inadequados, dificuldade de acesso aos colegas de estudo fora da escola, experiências e domínios de conhecimentos distintos, baixa motivação e estima, entre outros.

As relações entre estes fatores e a qualidade do ensino sugerem a necessidade de uma abordagem do ensino de trigonometria que melhor se adeque a realidade vivenciada pelo ensino noturno. Nesta direção, propomos pesquisar o alcance e as limitações de uma intervenção didática, efetuada a partir de proposta de ensino que leve em consideração os conhecimentos dominados pelos alunos, a realidade por ele vivenciada e os objetivos expressos pelo currículo escolar e as orientações oficiais (PCNEM¹, LDBEN² e DCNEM³).

Delimitamos como tema de estudo as funções trigonométricas e propomos o desenvolvimento e aplicação de uma abordagem ao ensino de trigonometria, especificamente das funções trigonométricas, abordado por meio de situações problemas tendo como ponto de partida as representações gráficas, trabalhado em grupo, tendo como referencial teórico a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

A pesquisa tem o caráter qualitativo, apresentando várias etapas para sua consecução. Em primeiro lugar, uma revisão bibliográfica visando fornecer subsídios para

¹ Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio

² Lei de diretrizes e bases da educação nacional (Lei 9394/96)

³ Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

elaboração da proposta de ensino seguindo os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, em segundo lugar a elaboração da proposta de ensino. Durante e após a aplicação serão levantados os dados para serem analisados. Estes dados se referem a domínios de conceitos, procedimentos e atitudes dos alunos, levantados a partir de testes e complementados por entrevistas semiestruturadas, aplicados antes e depois das intervenções, bem como a partir de observações sobre a participação dos alunos durante a aplicação da proposta de ensino, quando enfim, apresentamos o produto final, que é uma proposta de ensino de funções trigonométricas direcionada para o ensino noturno.

2. Fundamentação Teórica

As leituras iniciais indicaram que o ensino da Trigonometria sempre apresentou deficiências, entre as quais destacamos a extensão do programa; o pouco ou quase nenhum domínio dos alunos de conhecimentos prévios importantes como o estudo da circunferência e seus elementos, de semelhança de triângulos e de simetria; a pouca afinidade dos professores com o conteúdo, sua história e sua aplicação em diversas áreas do conhecimento humano.

Estes fatores levam a que se desenvolva o ensino de trigonometria baseado no estudo de fórmulas e regras, descontextualizado e sem significado para a maioria dos alunos, recorrendo à memorização de exercícios padrões, muitos dos quais sem aplicações no dia a dia, ocasionando uma aprendizagem deficitária por parte do aluno. No tangente ao curso noturno, as dificuldades são ainda maiores, pois agregada a todas as dificuldades acima está a falta de uma bibliografia adequada para tal público.

Considerando a necessidade de sugerir caminhos capazes de ajudar a superar estas dificuldades e, ao mesmo tempo, buscando levar o aluno a desenvolver conhecimentos na direção de alcançar os três principais campos de competências de base matemática no ensino médio, propostos pelos PCNEM (Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio), que são: representação e comunicação; investigação e compreensão e percepção sociocultural e histórica da Matemática, e também destacando a importância histórica da trigonometria, apresentamos neste uma abordagem para o ensino de trigonometria, tendo como referencial a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. Nas palavras

do próprio “o fator mais importante que influi na aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe. Isto deve ser averiguado e o ensino deve depender desses dados” (Ausubel, Novak e Hanesian, 1983).

Ausubel (op. cit.) se preocupa como ocorre a aprendizagem, enfocando a relevância do aprendizado significativo e a ordem dos conceitos a serem estudados. Este autor define aprendizagem como uma integração entre o novo conhecimento e os conhecimentos já existentes na organização cognitiva de quem aprende. Isto é, o conhecimento, para ser adquirido, acontecendo assim, um efetivo aprendizado, precisa estar ancorado em conceitos prévios do aluno. A esses conceitos dá o nome de subsunçores e classifica esse tipo de aprendizagem como significativa. Para Brighenti (2003), “os subsunçores não devem ser vistos apenas como conceito suporte de nova informação e sim como um conceito claro e com estabilidade que proporciona a integração entre o novo e o antigo conhecimento, facilitando a aprendizagem”.

Para Ausubel, o conteúdo deve ser significativo para quem aprende, gerando assim predisposição e curiosidade por parte do aluno. Caso não tenha sido estabelecida uma conexão entre o novo assunto e o que o aluno já sabe (subsunçor), não há aprendizagem.

São observadas também as diferenças entre um novo conteúdo e o conteúdo já conhecido pelo aluno. Ausubel denomina esses dois conceitos de reconciliação integrativa e diferenciação progressiva, ocorrendo em todos os instantes da aprendizagem. Brighenti (2003), afirma que “esses dois conceitos relevantes – reconciliação integrativa e diferenciação progressiva são fortalecidos e facilitados se, antes de abordar um assunto, o professor utilizar a estratégia de estabelecer a conexão entre o que o aluno já sabe e o novo conhecimento, utilizando conceitos organizadores da estrutura cognitiva”. Como visto, para Ausubel, o conhecimento prévio, chamado de subsunçor, é fundamental, pois é a partir dele que o novo conhecimento se sustenta e se desenvolve. Neste aspecto, elencamos como subsunçores para o aprendizado de funções trigonométricas os seguintes tópicos: ângulo, circunferência e seus elementos, relações no triângulo, simetria e funções. A partir deles, desenvolveremos o trabalho com funções trigonométricas. Para Ausubel, os fatores essenciais para o aprendizado são:

- 1) Disposição do aprendiz para aprender;
- 2) Material potencialmente significativo;
- 3) Existência dos subsunçores na estrutura cognitiva do aprendiz.

Aprendizagem significativa crítica (subversiva, antropológica)

Segundo esta visão proposta por MOREIRA (2000) “na sociedade contemporânea não basta adquirir novos conhecimentos de maneira significativa, é preciso adquiri-los criticamente”. Isto é, não basta ao aluno aprender. É preciso que ele saiba se aquilo serve para ele ou não. E se serve, como ou o quanto serve. Esta, no nosso entender, é a maior contribuição que se dá à aprendizagem significativa, pois se na visão clássica Ausubel se preocupa com a aprendizagem, na visão crítica a pergunta é: o que o aprendiz faz com o que ele aprende? Outro aspecto importante é o relativo ao trabalho do professor que precisa, efetivamente, observar criticamente seu objeto de estudo, o conteúdo matemático e definir, dentro de um determinado conceito, o que é fundamental, o que é secundário e o que é opcional. Isto só se faz com uma visão crítica e significativa do processo ensino-aprendizagem. MOREIRA(2000) elenca seis princípios facilitadores da aprendizagem significativa crítica:

- a) **Princípio da não centralidade do livro texto.** *Aprender a partir de diversos materiais.*
- b) **Princípio do aprendiz como perceptor/representador.** *Todos somos assim. Percebemos e representamos aquilo por nós percebido.*
- c) **Princípio do conhecimento como linguagem.** *A linguagem é o meio pelo qual percebemos e representamos a realidade.*
- d) **Princípio da consciência semântica.** *O significado está nas pessoas, não nas palavras.*
- e) **Princípio da aprendizagem pelo erro.** *Aprendemos corrigindo erros.*
- f) **Princípio da desaprendizagem.** *Selecionar e desaprender o não relevante.*
- g) **Princípio da incerteza do conhecimento.** *Perguntas são instrumentos de percepção, enquanto definições e metáforas são instrumentos para pensar.*

h) Princípio da participação ativa do aluno. *O aluno como responsável e protagonista de seu aprendizado.*

3. Metodologia

A metodologia foi aplicada em uma turma do 2º ano regular noturno. Efetuamos uma entrevista com o professor da turma acerca do trabalho e a visão do mesmo sobre as dificuldades do alunado. Como resultado das leituras iniciais, efetuadas por meio da leitura de artigos em revistas, consulta a Internet, a bibliografia sobre ensino noturno, elaboramos a nossa proposta para a intervenção didática que consiste no seguinte:

I – Elaboração, aplicação e levantamento de dados por meio de um questionário para levantar o perfil sócio-cultural dos alunos, a sua disponibilidade para realizar estudos, o que os levou a optarem pelo ensino noturno, bem com sua visão sobre a matemática e suas aplicações e em particular sobre a trigonometria

II – Aplicação de Pré-Teste com o objetivo de aferir o conhecimento dos alunos em relação aos subsunçores (circunferência, simetria e funções)

III – Atividades para compreensão ou reforço dos subsunçores.

Circunferência e seus elementos

Relações no triângulo

Simetria

Função

IV – Atividades de construções geométricas, para a determinação de extremidades de arcos no ciclo trigonométrico.

V – Atividade para a sistematização de seno, cosseno e tangente no ciclo trigonométrico.

VI – Construção dos gráficos das funções $f(x) = \text{sen } x$, $f(x) = \text{cos } x$ e $f(x) = \text{tg}$,

VII – Avaliação, que será composta por:

a) *observação e registro*

b) *prova escrita*

c) *auto-avaliação*

4. Resultados

A análise de dados deu-se concomitantemente à intervenção e mostraram o caminho da positividade em relação ao uso da proposta. A principal mudança dá-se no sentido de utilidade da matemática e sua importância no dia-a-dia. A maioria dos alunos envolvidos consegue perceber com maior amplitude essa importância em suas atividades. Outro resultado que consideramos importante reside no fato da atitude dos alunos em sala de aula, pois os mesmos não tinham o costume de trabalhar com a possibilidade de eles mesmos participarem ativamente do seu próprio aprendizado. De início, eles chocaram-se com a questão de ter atividades para desenvolver a cada aula, mas com o decorrer das atividades, viram o quanto era frutífero. No relato final eles citaram esse tema, de que o bom das aulas era que eles participavam das mesmas, tornando-as assim, mais produtivas.

5. Conclusão

Nesta pesquisa, apresentamos uma proposta de abordagem à trigonometria, baseado na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. As leituras iniciais indicaram que o estudo feito pelo uso e aplicações de regras e de fórmulas, fundamentados na memorização, e a realidade vivenciada pelos alunos do ensino noturno necessitam de alternativas centradas na compreensão dos conceitos trabalhados e adequados a sua realidade. A proposta por nós apresentada centra-se na construção destes significados, buscando dar sentido ao que se estuda, fazendo com que o aluno enxergue, ou comece a enxergar a matemática como algo vivo, pulsante e presente de maneira fortíssima em sua vida.

Os resultados da intervenção mostram a confirmação do potencial do instrumento didático utilizado (a proposta de ensino) e a importância da base teórica proposta por Ausubel e revista por Moreira, através da Aprendizagem significativa crítica. Neste sentido, observamos o quanto é frutífero para o alunado do ensino noturno aprender com

significado e com criticidade, refletindo sobre o que estão aprendendo, como estão aprendendo e para que (quais as pontecialidades) aprender.

Caminhamos na busca de oferecer um trabalho realmente relevante e significativo, fazendo com que o processo de formação do aluno envolva reflexões, possibilite sua associação a realidade, seja funcional e contribua para uma visão de mundo mais direcionado para realização do ser humano inclusive com a reconstrução de sua identidade pessoal.

Por mais positivo que seja, todo instrumento tem suas limitações. Cremos que nossa proposta mostra-se positiva, mas na realidade da escola escolhida e da turma em que foi aplicada, visto que ela já é uma melhoria da intervenção. Uma das dificuldades encontradas e que colocaremos na versão final é de uma boa apresentação dos conceitos de geometria euclidiana plana. Na proposta, o tempo dedicado a estes temas não foi suficiente para dirimir as dificuldades dos alunos, mas foi importante para despertá-los para esta necessidade e da importância do tema na conexão com outros temas matemáticos.

Uma possibilidade de pesquisa futura, com base em nosso trabalho, apresenta-se no âmbito do ensino superior, onde pode se estudar, com alunos iniciantes, os oriundos do ensino noturno, a fim de verificar sua compreensão sobre os temas da trigonometria, a fim de propor um trabalho mais efetivo a fim de evitar um choque muito grande dos alunos ao se depararem com a trigonometria no ensino superior. A relação de um trabalho dessa natureza com o que por nós é apresentado dá-se no instrumento de avaliação, que seja qual for, deve basear-se na relação (ou na força da relação) entre os conceitos trigonométricos e os que giram em torno deles. Quanto mais forte o estudante mostrar essas relações, maior a compreensão do mesmo.

Outro vislumbre é a aplicação da proposta por parte de outros professores a fim de verificar o impacto da proposta em outras realidades e sem que seja o pesquisador a aplicá-la, podendo-se assim investigar o impacto do trabalho na visão e percepção dos professores acerca do tema.

6. Referências

- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D., HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. 2. Ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BOYER, Carl Benjamin. *História da Matemática*. 2 ed. Trad. Elza F. Gomide. São Paulo: Edgard Blucher/Edusp, 1996.
- BRASIL, MEC/INEP. *Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio*. Brasília. 1999.
- BRIGHENTI, Maria José Lourenção. *Concepções de professores sobre o ensino de Matemática: um estudo sobre a relação teoria/prática de aprendizagem*. *Mimesis*, Bauru, v. 22, n. 3, p. 37-52, 2001.
- BRIGHENTI, Maria José Lourenção. *Representações Gráficas: atividades para o ensino e a aprendizagem de conceitos trigonométricos*. Bauru: EDUSC, 2003.
- D'AMBRÓSIO, Ubiratan. *Educação Matemática: da teoria à prática*. Campinas: Ed Papyrus, 1996.
- DANTE, Luiz Roberto. *Matemática – contexto e aplicações*. Ensino médio. 3 ed. São Paulo: Ática, 2004. v. 2.
- _____. *Tudo é Matemática*. Ensino Fundamental – 5ª série. São Paulo: Ática, 2002.
- DIAS, Dorval Antônio; CAMARGO, Susan Nectoux. *A Construção de conceitos nos estudos trigonométricos*. *Ciência E Conhecimento – Revista Eletrônica da Ulbra São Jerônimo – Vol. 01, 2007, Matemática, A.1*
- FONSECA, Laerte. *Aprendizagem em trigonometria: obstáculos, sentidos e mobilizações*. Aracaju: Ed. UFS: 2010.
- GONÇALVES, Lia Rodrigues; PASSOS, Sara Rozinda Martins Moura Sá e PASSOS, Álvaro Mariano. *Novos rumos para o Ensino Médio Noturno – como e por que fazer?* , Ensaio: aval. pol. públ. Educ., Rio de Janeiro, v.13, n.48, p. 345-360, jul./set. 2005.
- GUELLI, Oscar. *Matemática – série Brasil*. São Paulo: Ática, 2003.

HUAMAN HUANCA, Roger Ruben. *A resolução de problemas no processo ensinoaprendizagem-avaliação de matemática na e além da sala de aula. Dissertação* (Mestrado em Educação Matemática).Rio Claro: UNESP, 2006.

LINDQUIST, Mary Montgomery; SHULTE, Albert P., orgs. *Aprendendo e ensinando geometria*. São Paulo: Atual, 1994.

KENNEDY, Edward S. *Tópicos de História da Matemática para uso em sala de aula. Trigonometria*. NCTM, 1969. Tradução Hygino H. Domingues. Atual: São Paulo,1992.

KLEIN, Marjúnia Édita Zimmer. *O ensino da trigonometria subsidiado pelas teorias da aprendizagem significativa e dos campos conceituais*. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática. PUC-RS. 2009

MENDONÇA, M.C.D. *Problematização: um caminho a ser percorrido em Educação Matemática* Tese (Doutorado em Educação). Campinas: UNICAMP, 1993.

MOREIRA, Marco Antônio; BUCHWEITZ, Bernardo. *Mapas Coccituais. Instrumentos didáticos de avaliação e de análise de currículo*. Moraes: São Paulo, 1987.

MOREIRA, Marco Antônio; MASINI, Elcie F. Salzado. *Aprendizagem Significativa. A teoria de David Ausubel*. São Paulo, SP: Centauro, 2006. 2 ed.

MOREIRA, M.A. . *Aprendizagem significativa crítica*. Atas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Lisboa (Peniche), 2000.

MOREY, Bernadete. *Geometria e Trigonometria na Índia e nos Países Árabes. (Pre-print)* Coleção História da Matemática para Professores, Rio Claro, SP: SBHMat, 2003.

MORIN, Edgar. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. 8 ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2003.

NOVAK, J.D. (1981). *Uma teoria de educação*. São Paulo, Pioneira. Tradução para o português, de M.A. Moreira, do original *A theory of education*. Ithaca, N.Y., Cornell University, 1977. 252 p.

NOVAK, J.D. e GOWIN, D.B. (1996). *Aprender a aprender*. Lisboa. Plátano Edições Técnicas. Tradução ao português, de Carla Valadares, do original **Learning how to learn**. 212p.

POSTMAN, Neil & WEINGARTNER, Charles (1969). **Teaching as a subversive activity**. New York: Dell Publishing Co. 219p.

POSTMAN, Neil (1996). *The end of education: redefining the value of school*. New York: Vintage Books/Random House. 208p.

RÊGO, Rogéria Gaudêncio do et al. *Padrões de Simetria: do cotidiano à sala de aula*. João Pessoa, PB: Ed. UFPB, 2006.

SALVADOR, Cesar Coll et al. *Psicologia da Ensino*. Tradução Cristina Maria de Oliveira. Porto Alegre: Artmed, 2000

SORMANI Júnior, César. *Um estudo exploratório do uso de informática na resolução de problemas matemáticos* Dissertação (Mestrado em Educação). Bauru: UNESP, 2006.