UMA PROPOSTA DE TAREFA EXPLORATÓRIA NO SOFTWARE EDUCACIONAL GEOGEBRA

Rafael Descovi Galelli[1]
Ruana Maíra Schneider[2]

Temática do Artigo: Educação Matemática no Ensino Médio

Resumo: Este artigo apresenta uma sequência didática com uma tarefa exploratória cujas escolhas foram fundamentadas nas prerrogativas teóricas e metodológicas empírico-ativista ou atualmente relacionadas às metodologias ativas de ensino-aprendizagem, em consonância com os documentos oficiais: Parâmetros Curriculares Nacionais e Orientações Curriculares para o Ensino Médio. A sequência didática aqui proposta pode ser aplicada em um ambiente de laboratório de informática e versa sobre o ensino de funções trigonométricas, utilizando o software educacional livre GeoGebra.

Palavras Chaves: Metodologias ativas. Tarefa exploratória. Tecnologia no ensino.

INTRODUÇÃO

> É interessante tirar um pouco a impressão de que o professor inova simplesmente mudando o arranjo das carteiras na sala! Ubiratan D'Ambrosio.

A metodologia de ensino entra em cena antes da aula, mas deve se direcionar, certamente, para o que acontece entre as quatro paredes da sala de aula. Não apenas uma mudança vazia na formatação da sala, ou mesmo apenas de comportamento, mas uma mudança estrutural sobre a maneira de proceder sobre o que é uma aula (D'AMBROSIO, 1996).

Nesse contexto, um movimento vem ganhando atenção da comunidade acadêmica nos últimos anos: as metodologias ativas de ensino-aprendizagem. As metodologias ativas vêm ganhando espaço especialmente por centralizar o personagem principal da atividade de ensino/aprendizagem no aluno, tornando-o protagonista do ato. Para Fiorentini, por exemplo,, "a pedagogia ativa surge como negação ou oposição à escola clássica tradicional que não considera a natureza da criança em desenvolvimento" (FIORENTINI, 1995).

[1] Mestre em Estudos da Tradução. Sociedade Educacional de Santa Catarina. E-mail: rafaeldescovigalelli@gmail.com,
[2] Mestre em Matemática Aplicada. Instituto Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: ruanamaira@gmail.com

Não obstante da relação de pró-atividade do aluno do século XXI, existe, também, sua relação com a tecnologia e com a informação; relação essa que, além de mais veloz, é interativa e, por vezes, desorientada. Gravina (2012) destaca que as rotinas em sala devem utilizar as tecnologias, pois elas também influenciam na maneira de pensar, de aprender e de produzir.

A partir dessa premissa, de considerações contidas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2000a e 2000b) e das Orientações curriculares para o ensino médio (BRASIL, 2006), o objetivo principal da pesquisa foi o de demonstrar, através de uma revisão bibliográfica, uma proposta baseada em metodologia ativa para o ensino de funções trigonométricas no software educacional GeoGebra, mais especificamente, elaborar uma sequência didática com uma tarefa exploratória de acordo com Ponte (2005), baseando as escolhas nas prerrogativas teóricas e metodológicas empírico-ativista ou relacionadas às metodologias ativas de ensino-aprendizagem, justificando cada etapa a partir das considerações de Ponte (2005) e de outros pesquisadores em educação.

A PROPOSTA

Quando falamos em metodologias ativas, referimo-nos não à uma linha metodológica específica, mas ao conjunto de práticas docentes e discentes que, quando atreladas, reformulam o modelo tradicional e naturalizado, tanto de sala de aula quanto de modelo aula em si. Na prática, não é uma transformação que opera apenas na superfície, em oposição ao modelo tradicional; é uma transformação da maneira de pensar sobre o aprender. Como comenta D'Ambrosio, não é uma mudança na formatação da sala de aula, mas uma modificação no foco e na direção da metodologia em si (D'AMBROSIO, 1996).

> Essa mudança já inicia com o próprio papel do professor. Nisso, ao reposicionar o lugar do professor, lembramos a tendência empírico-ativista que, nas palavras de Fiorentini (1995), é uma metodologia em que "[...] o professor deixa de ser o elemento fundamental do ensino, tornando-se orientador ou facilitador da aprendizagem. O aluno passa a ser considerado o centro da aprendizagem – um ser 'ativo'."(FIORENTINI, 1995, p.9, grifo do autor). Na mesma direção, as orientações curriculares para o ensino médio trazem:
> Uma segunda corrente, ainda pouco explorada em nossos sistemas de ensino, transfere para o aluno, em grande parte, a responsabilidade pela

> sua própria aprendizagem, na medida em que o coloca como ator principal desse processo (BRASIL, 2006, p. 81).

A consideração de Fiorentini (1995), em consonância com as Orientações Curriculares Nacionais, mostra que o reposicionamento de aluno e professor deve ser modificado concomitantemente para que seja possível iniciar uma mudança efetiva sobre a metodologia. Cabe, também, ressaltar que tal modelo metodológico está disposto em forma de norma na resolução CEB/CNE 03/98, de 26 de junho de 1998, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio:

> Art. 5º. Para cumprir as finalidades do ensino médio previstas pela lei, as escolas organizarão seus currículos de modo a:
> I - ter presente que os conteúdos curriculares não são fins em si mesmos, mas meios básicos para constituir competências cognitivas ou sociais, priorizando-as sobre as informações;
> II - ter presente que as linguagens são indispensáveis para a constituição de conhecimentos e competências;
> III - adotar metodologias de ensino diversificadas, que estimulem a reconstrução do conhecimento e mobilizem o raciocínio, a experimentação, a solução de problemas e outras competências cognitivas superiores (BRASIL, 1998, grifo nosso).

Nesse sentido, os Parâmetros Curriculares Nacionais trazem que:

> A integração dos diferentes conhecimentos pode criar as condições necessárias para uma aprendizagem motivadora, na medida em que ofereça maior liberdade aos professores e alunos para a seleção de conteúdos mais diretamente relacionados aos assuntos ou problemas que dizem respeito à vida da comunidade (BRASIL, 2000a, p. 22).

Outra face importante desta proposta está relacionada à utilização de tecnologia, mais especificamente o software livre GeoGebra para a apresentação e manipulação das funções. A relação entre ensino e tecnologia é também destacada nos parâmetros curriculares nacionais:

> É preciso ainda uma rápida reflexão sobre a relação entre Matemática e tecnologia. Embora seja comum, quando nos referimos às tecnologias ligadas à Matemática, tomarmos por base a informática e o uso de calculadoras, estes instrumentos, não obstante sua importância, de maneira alguma constituem o centro da questão (BRASIL, 2000b, p. 41).

Uma vez que:

> O impacto da tecnologia na vida de cada indivíduo vai exigir competências que vão além do simples lidar com as máquinas. A velocidade do surgimento e renovação de saberes e de formas de fazer em todas as atividades humanas tornarão rapidamente ultrapassadas a maior parte das

> competências adquiridas por uma pessoa ao início de sua vida profissional (BRASIL, 2000b,p. 41).

Nesta perspectiva destacamos duas necessidades para o engajamento dos alunos nesta linha de ensino, a saber: o ensino de forma contextualizada que, na medida do possível, deve ser centrado na vivência dos alunos, e o uso das novas tecnologias de informação. Vale destacar que ao sugerir o uso de novas tecnologias, esse uso está de acordo com a proposta de metodologia ativa, uma em que o aluno é um ser ativo na sua própria aprendizagem. Uma aula expositiva que utiliza tecnologias continua sendo uma aula expositiva. Dentro dessas duas diretrizes é que montaremos nosso caminho para a proposta de aula deste artigo.

CONTEXTUALIZAÇÃO

Junto da (readaptação) dos deslocamentos metodológicos que desestabilizam o lugar do aluno e o lugar do professor e da ruptura do modelo de aula engessado, optamos, aqui, por um modelo que emerja de contextualizações, vivências e experiências. Assim, vale lembrar as orientações dos PCN que indicam:

> O tratamento contextualizado do conhecimento é o recurso que a escola tem para retirar o aluno da condição de espectador passivo. Se bem trabalhado permite que, ao longo da transposição didática, o conteúdo do ensino provoque aprendizagens significativas que mobilizem o aluno e estabeleçam entre ele e o objeto do conhecimento uma relação de reciprocidade (BRASIL, 2000a p. 78).

Os Parâmetros reforçam este discurso que nos faz refletir sobre a ação da escola e como esta deve tratar o conhecimento escolar de forma contextualizada:

> As pontes entre a teoria e a prática têm que ser construídas cuidadosamente e de forma explícita. [...] ou a escola o ajuda a fazer estas pontes ou elas permanecerão sem ser feitas, perdendo-se assim a essência do que é uma boa educação (CASTRO, 1997, apud BRASIL, 2000a, p. 73).

Apoiados nessas considerações, entendemos que a concepção de ensino e de aprendizagem passa por outros modos de saber e fazer; caminha, de fato, sobre um planejamento aberto que se realiza com o movimento realizado pelo aluno ativo.

Partindo da premissa de que o significado e o entendimento do conteúdo matemático escolar é intimamente influenciado pela maneira com a qual o conteúdo é apresentado ao aluno, nas palavras de Fiorentini:

> [...]a partir da manipulação e visualização de objetos ou de atividades práticas envolvendo medições, contagens, levantamento e comparações de dados etc., a aprendizagem da Matemática pode ser obtida mediante generalizações ou abstrações de forma indutiva e intuitiva (FIORENTINI, 1995, p. 11).

Tal característica da tendência empírico-ativista, será nosso ponto de partida para a concepção da sequência didática que trazemos neste artigo. Antes disso, porém, vale ressaltar outra característica (e necessidade) do nosso plano que é a integração e utilização de ferramentas computacionais no ensino.

EXPERIMENTAÇÃO E TAREFA EXPLORATÓRIA

Em consonância com nossa proposta, vamos iniciar a sequência didática apresentando a função geral que descreve o sinal de uma corrente elétrica alternada, utilizada em redes elétricas domésticas e em instalações prediais.

$$i(t) = I_{max}\,\mathrm{sen}(\omega\, t\ - \phi)\ +\ D.$$

Observemos que esta função é uma função matemática do tipo seno e que possui vários parâmetros: I_{max} $, \omega, \phi$ e D. O controle desses parâmetros é essencial para manter a tensão oferecida dentro do valor comercial correto (110V ou 220V). Para dar início à sequência, faz-se uma retomada do que é uma função seno e em seguida a influência de cada parâmetro será investigada, utilizando uma tarefa exploratória no GeoGebra.

Sempre com vistas às orientações curriculares nacionais, lembramos que:

> A forma de trabalhar os conteúdos deve sempre agregar um valor formativo no que diz respeito ao desenvolvimento do pensamento matemático. Isso significa colocar os alunos em um processo de aprendizagem que valorize o raciocínio matemático – nos aspectos de formular questões, perguntar-se sobre a existência de solução, estabelecer hipóteses e tirar conclusões, apresentar exemplos e contra-exemplos, generalizar situações, abstrair

regularidades, criar modelos, argumentar com fundamentação lógico-dedutiva (BRASIL, 2006, p. 69-70, Sic).

Primeiramente, faremos a representação da função seno, f(x)= sen (x) , no ambiente GeoGebra de acordo com os seguintes passos:

1. Abra o GeoGebra e modifique a unidade indicada no eixo das abscissas em Exibir > Layout > Janela de Visualização > EixoX > Unidade. A unidade deve ser alterada para "π", radianos. (Figura 1) 2. Para inserir uma função, insira um ponto e modifique na ``janela de álgebra'' para $f(x) = \text{sen}(x)$.

Quadro 1 – Orientações para modificação de unidade no eixo e criação de função no ambiente GeoGebra.

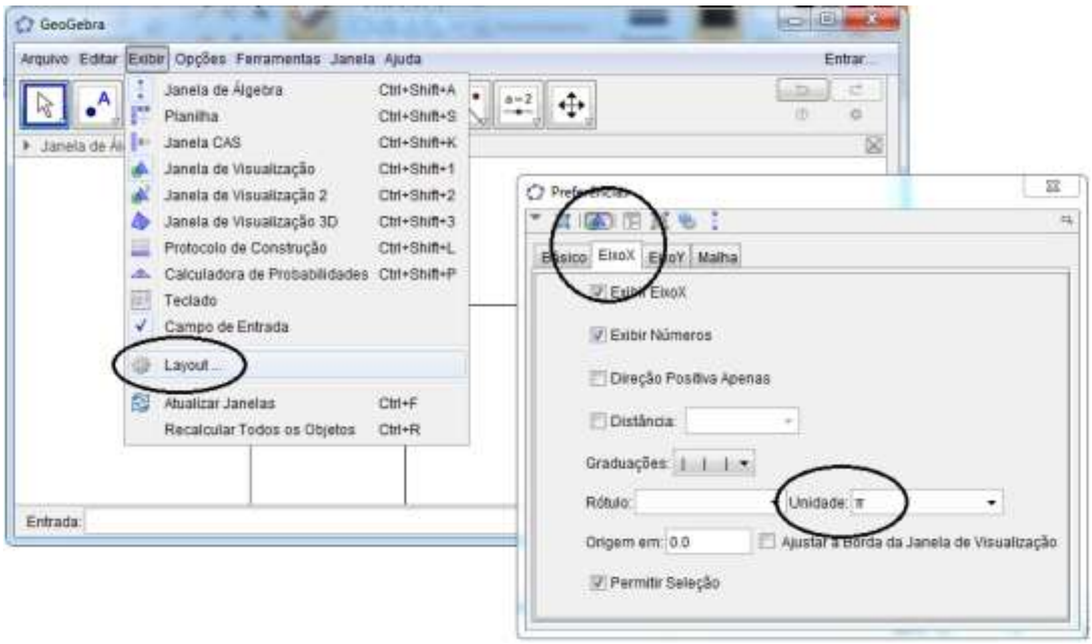

Figura 1 – Orientações para alteração de unidade no eixo x.

Vale ressaltar o porquê da utilização do ambiente GeoGebra para tratar os gráficos, pois, como apontam as orientações curriculares:

> Os alunos devem ter a oportunidade de traçar gráficos referentes às funções trigonométricas, aqui se entendendo que, quando se escreve f (x) = seno (x), usualmente a variável x corresponde à medida de arco de círculo tomada em radianos. As funções trigonométricas seno e cosseno também devem ser associadas aos fenômenos que apresentam comportamento periódico (BRASIL, 2006, p. 74).

Após a visualização da função seno, os alunos iniciam a manipulação dos parâmetros propriamente dita, ainda dentro da ferramenta computacional. Para isso, os parâmetros em cada caso serão manipulados separadamente:

$$f(x) = sen(x + k),$$
$$f(x) = sen(x) + k,$$
$$f(x) = ksen(x),$$
$$f(x) = sen(kx).$$

Tal atividade está baseada na ideia de tarefa-exploratória, que, de acordo com Ponte (2005):

> A sua característica principal é que o professor não procura explicar tudo, mas deixa uma parte importante do trabalho de descoberta e de construção do conhecimento para os alunos realizarem. A ênfase desloca-se da actividade "ensino" para a actividade mais complexa "ensino-aprendizagem". (PONTE, 2005, p. 13, Sic, grifo do autor).

De maneira geral, os alunos recebem a proposta de variar o parâmetro k em cada uma das situações separadamente, tomando nota das suas conclusões a respeito do comportamento do gráfico de acordo com essa variação do parâmetro. Todas estas funções são periódicas, portanto, para esboçar o gráfico deste tipo de função, podemos investigar quais são as modificações causadas por cada constante em cada uma das situações acima. É importante, também, sugerir que os alunos criem uma função $f(x) = sen(x)$, e outra $g(x) = sen(x + k)$, por exemplo, alterando sua cor ou estilo para comparar melhor as diferenças que ocorrem entre elas ao modificar a constante k e que utilizem parâmetros negativos (figura 2).

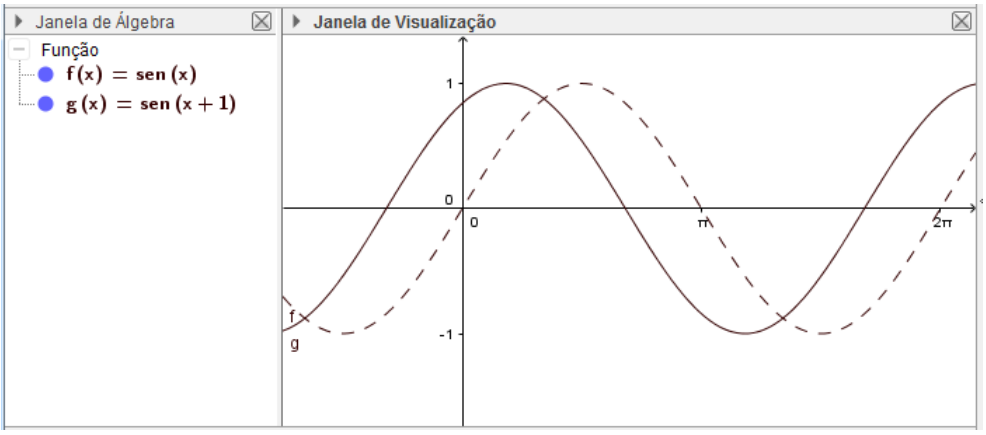

Figura 2 – Orientações para criação de duas funções f(x) e g(x)

Essa atividade pode ser estruturada em roteiro previamente preparado contendo planos cartesianos para que os alunos registrem um exemplo de cada situação e um espaço para que apresente suas conjecturas para cada um dos casos.

> Ao controlar os efeitos de desenho a partir de manipulações algébricas, os alunos podem aprender sobre movimentos de gráficos. Desta forma, as expressões algébricas associadas ficam impregnadas de significado geométrico e isso é resultado das explorações feitas no sistema de representação que com seu dinamismo, de imediato, relaciona duas diferentes representações de um objeto – a analítica e a geométrica (GRAVINA, 2012, p. 24).

De acordo com a proposta de Ponte (2005), o ponto principal da atividade está na experimentação em si, e não, necessariamente, na apresentação de conceitos e da teoria, deixando esta etapa para a validação *a posteriori*, verificando ou invalidando as conjecturas feitas pelos alunos durante esta etapa de experimentação.

> No ensino-aprendizagem exploratório, a teoria e a prática estão também presentes, mas de outro modo. Parte-se de actividades em que os alunos são chamados a um forte envolvimento, para se fazer num segundo momento uma discussão, balanço, clarificação relativamente ao que se aprendeu. De alguma forma, trata-se do caminho inverso, em que se começa com forte ênfase em actividade prática que, por sua vez, serve de base à elaboração e fundamentação teórica (PONTE, 2005, p.15, Sic)

Esta metodologia de ensino, na qual a teoria em si se torna a etapa final do processo de ensino-aprendizagem, e assim contrapõe o tradicional que ainda está fortemente enraizado nas preconcepções e no dia a dia escolar pelos professores, alinha-se perfeitamente com as Orientações Curriculares Nacionais pois, como esta indica, “[...]aprendizagem de um novo conceito matemático dar-se-ia pela apresentação de uma situação problema ao aluno, ficando a formalização do conceito como a última etapa do processo de aprendizagem” (BRASIL, 2006, p. 81).

Isso não quer dizer que o professor não possa intervir durante a execução da tarefa. Na prática:

> [...]num processo de ensino-aprendizagem de cunho exploratório, também podem (e, possivelmente, em muitos casos devem) haver momentos de exposição pelo professor e de sistematização das aprendizagens por ele conduzidos. Ensino-aprendizagem exploratório não significa que tudo resulta da exploração dos alunos, mas sim que esta é uma forma de trabalho marcante na sala de aula. Ou seja, não é a realização ocasional de um outro tipo de tarefa que define o carácter geral do ensino, mas a tendência geral do trabalho desenvolvido (PONTE, 2005, p. 14).

É nesse momento, portanto, que o novo papel do professor se inicia: não como uma fonte expressa de conteúdo, mas como mediador da aprendizagem que se mantém focalizada no aluno.

VALIDAÇÃO

Após todas as tentativas e observações feitas pelos alunos, podemos, então, iniciar o processo de validação, no qual os alunos apresentam suas conjecturas e, em grupo, o professor media a discussão, pois:

> Cabe-lhe, naturalmente, assumir um papel de moderador, gerindo a sequência de intervenções e orientando, se necessário, o respectivo conteúdo. Mas os alunos dispõem de uma ampla margem de intervenção e influenciam, individual e coletivamente, o rumo dos acontecimentos. Por isso, aprender a conduzir discussões é não só uma tarefa do professor, mas também uma aprendizagem coletiva a realizar por cada turma (PONTE, 2005, p. 16, Sic).

Com isso, o professor qualifica cada conjectura, aproveitando-se deste momento para formalizar a teoria matemática, introduzir e definir conceitos científicos propriamente ditos, concordando ou invalidando as sugestões apresentadas pelos alunos, construindo um conceito com toda a turma, com o cuidado de não empoderar a matemática escolar como a verdade universal e nem retornar ao ponto em que o professor se mostra como detentor único do conhecimento ali suscitado. Isso porque, de acordo com Pontes (2005), essa é mais uma etapa da tarefa exploratória:

> A realização de tarefas abertas, de carácter exploratório e investigativo é um elemento marcante neste tipo de ensino, mas importância idêntica assumem os momentos de discussão em que os alunos apresentam o seu trabalho, relatam as suas conjecturas e conclusões, apresentam as suas justificações e questionam-se uns aos outros e que o professor aproveita para procurar que se clarifiquem os conceitos e procedimentos, se avalie o

valor dos argumentos e se estabeleçam conexões dentro e fora da Matemática. Os momentos de discussão constituem, assim, oportunidades fundamentais para negociação de significados matemáticos e construção de novo conhecimento (PONTE, 2005, p. 16).

Para nortear essa validação, separamos abaixo os casos possíveis, juntamente com suas definições formais e relações com a Física, da função da corrente elétrica apresentada inicialmente. Em todos os casos, a função de referência f(x)=sen(x) está representada com linha tracejada.

1º caso: quando temos $f(x) = sen(x + k)$, observamos que o gráfico é transladado horizontalmente de acordo com o fator k. Na função da corrente alternada, este parâmetro é representado por ϕ e é chamado de "defasagem" ou "mudança de fase" (Figura 3).

$$i(t) = I_{max}\, sen\,(\omega\, t - \phi) + D.$$

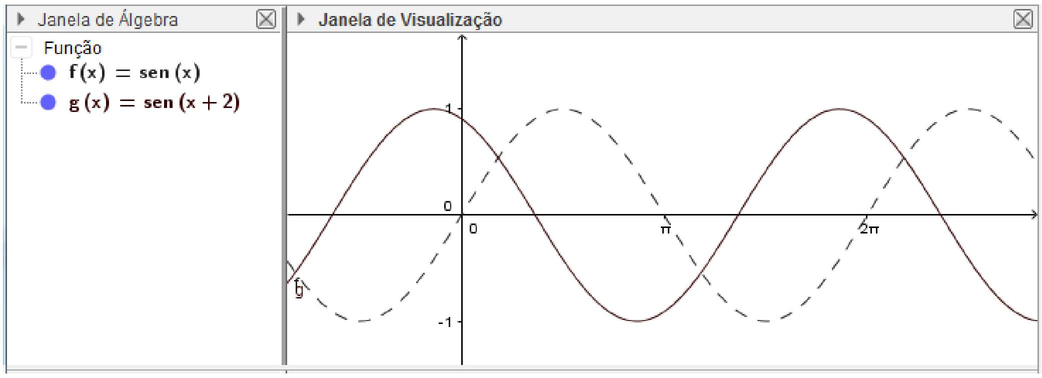

Figura 3 – Exemplo para o caso $f(x) = sen(x + k)$

2º caso: quando temos $f(x) = sen(x) + k$, observamos que o gráfico é transladado verticalmente de acordo com o fator k. Na função corrente alternada, este parâmetro é representado pela letra D. Quando existe um fator D em uma corrente alternada, o mesmo é chamado de *offset* vertical, ou *offset* CC, que, na prática, corresponde a um fator de corrente contínua adicionada à corrente alternada (Figura 4).

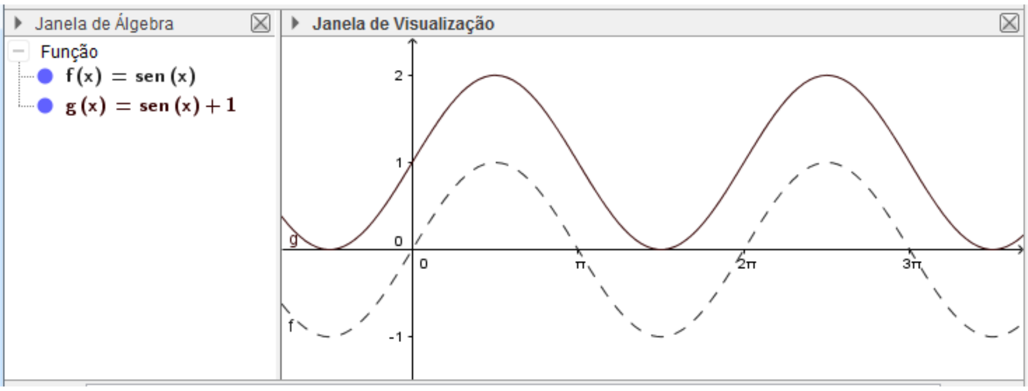

Figura 4 – Exemplo para o caso $f(x) = sen(x) + k$

3º caso: quando temos $f(x) = sen(kx)$, observamos que o gráfico é "comprimido" ou "dilatado" horizontalmente e o período da função se altera de acordo com o fator k. Na função da corrente alternada, este parâmetro é representado por ω e é chamado de "frequência angular" (Figura 5).

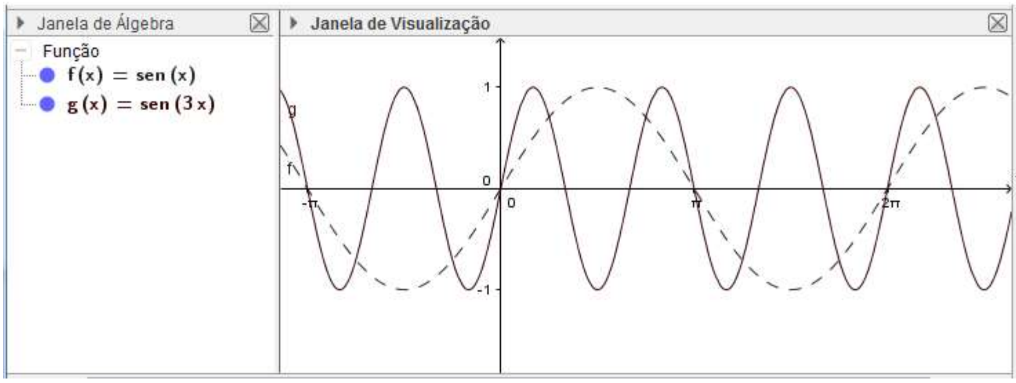

Figura 5 – Exemplo para o caso $f(x) = sen(kx)$

4º caso: quando temos $f(x) = ksen(x)$, observamos que o gráfico é "comprimido" ou "dilatado" verticalmente e a amplitude da função se altera de acordo com o fator k. Na função da corrente alternada, este parâmetro é representado por I_{max} e também é chamado de amplitude (Figura 6).

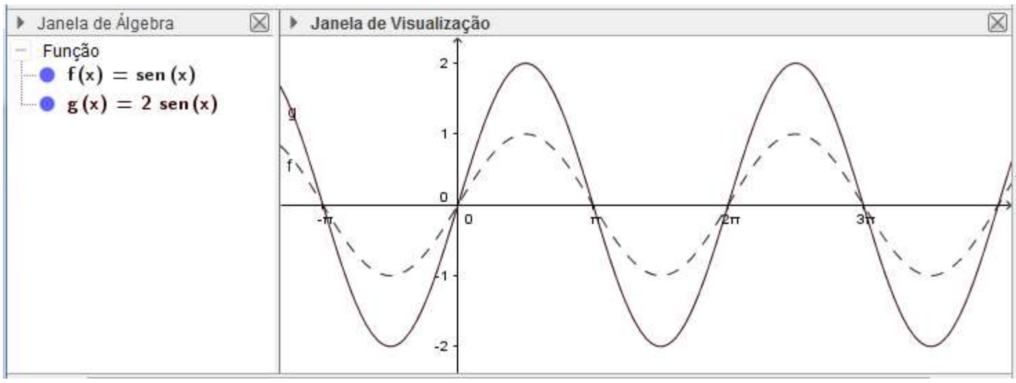

Figura 6 – Exemplo para o caso $f(x) = k\ sen(x)$

A função se altera de acordo com o fator k. Na função da corrente alternada, este parâmetro é representado por I_{max} e também é chamado de amplitude (Figura 6).

Depois da formalização dos conceitos, é importante que o grupo faça uma reflexão sobre a atividade realizada e sobre a relação dos conceitos formalizados. Tal reflexão é parte essencial da ideologia atrelada à tarefa-exploratória, como explica Ponte (2005):

> [...] não é tanto a partir das actividades práticas que os alunos aprendem, mas a partir da reflexão que realizam sobre o que fizeram durante essas actividades práticas. A aprendizagem decorre assim, sobretudo, não de ouvir diretamente o professor ou de fazer esta ou aquela actividade prática, mas sim da reflexão realizada pelo aluno a propósito da actividade que realizou (PONTE, 2005, p. 15, Sic).

A sequência didática proposta é finalizada com a reflexão acerca da atividade realizada tanto por parte dos alunos quanto do professor. A ênfase está, portanto, no caminho percorrido, nos processos reflexivos e não somente nos conteúdos matemáticos abordados na atividade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ideia principal deste artigo foi a de articular tendências atuais em educação matemática na prática docente mantendo estreita consonância com a direção dada tanto pelos Parâmetros Curriculares Nacionais e com as Orientações curriculares para o Ensino Médio, dois dos mais importantes documentos oficiais norteadores para o ensino no Brasil.

Nota-se que uma aula que atenda esses pressupostos ideológicos em sua totalidade, estrutura-se de forma inteiramente baseada em metodologias ativas, embora estes documentos não explicitem esta escolha metodológica. Fica evidente, entretanto, que tais tendências atuais de ensino, que dão ênfase ao protagonismo do aluno, muitas vezes tratadas como propostas inovadoras para o ensino, já são propostas impregnadas nos textos oficiais desde os anos 2000.

A estrutura da sequência didática aqui apresentada mostra que é possível reunir vários elementos diferenciados sobre o aprendizado das funções trigonométricas e ainda manter uma harmonia com os documentos oficiais. Contextualização, interdisciplinaridade, tecnologias da informação e metodologias ativas podem, e devem, caminhar juntas no planejamento e nas ações docentes atuais.

Retornando à ideia de D'Ambrosio, explicitada na epígrafe, a proposta apresentada pretende dar um movimento nas aulas, coloca o aluno e o professor num deslocamento tão impróprio quanto oportuno; o professor passa a exercitar a escuta em relação às vozes dos alunos, lida com os imprevistos que tanto os assustam, a aula passa a ter um outro modo de funcionar e isso provoca, inevitavelmente, um outro modo de fazer a escola, mais integradora, contextualizada que considera as vivências, experiências culturais, sociais, políticas até mesmo em uma aula de matemática.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. *Orientações curriculares para o ensino médio. v. 2.* Secretaria de Educação Básica. Brasília: 2006.Endereço on-line: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf

BRASIL. Parecer 03/1998 da CEB/CNE – *Diretrizes curriculares nacionais para o Ensino Médio.* Brasília: 1998. Endereço on-line: http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rceb03_98.pdf

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros curriculares nacionais: Ensino Médio.* Parte I - Bases legais. Brasília: MEC, 2000a.Endereço on-line:http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros curriculares nacionais: Ensino Médio.* Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2000b.Endereço on-line: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf

D'AMBROSIO, Ubiratan. *Educação Matemática: Da teoria à prática.* 19 ed. Campinas: Papirus, 1996.

FIORENTINI, D. *Alguns modos de ver e conceber o ensino da matemática no Brasil.* Zetetiké, n. 4, 1995.

GRAVINA, Maria Alice[et al.]. *Matemática, mídias digitais e didática: tripé para formação de professores de matemática.* Porto Alegre: Evangraf, 2012.

PONTE, João Pedro. *Gestão curricular em Matemática.* Lisboa: APM, 2005,