



UESB/UESC - BA

Rampas e Trigonometria: o estudo sobre acessibilidade nas aulas de Matemática

RC:4

Maiara Brenda Jesus Santos¹

Anete Otília Cardoso de Santana Cruz²

Este artigo apresenta uma sequência didática, para aulas de Matemática, na qual são abordados os conceitos sobre as razões trigonométricas no triângulo retângulo, no que tange ao universo da acessibilidade física. Com isso, revela o intuito de propor aos estudantes uma reflexão sobre a temática e a percepção da Matemática como uma ferramenta em prol da cidadania. Este trabalho teve como base a Teoria das Situações Didáticas (TSD) de Guy Brousseau e os parâmetros técnicos da Norma Brasileira 9050 (NBR 9050), elaborada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Esta é uma pesquisa qualitativa onde são utilizados os pressupostos metodológicos da Engenharia Didática, à qual possui quatro fases: análise preliminar; concepção e análise *a priori*; experimentação; e a análise *a posteriori* e validação e, neste trabalho são discutidas apenas as duas primeiras fases. Acreditamos que o estudo das normas técnicas e a identificação dos saberes matemáticos envolvidos na construção de rampas acessíveis possam fazer os estudantes refletirem quanto a existência de diferenças entre os indivíduos, a necessidade de respeitá-las, bem como fazê-los identificar o cumprimento dessas normas e sugerir modificações de forma consciente. Para além disso, acreditamos que o ensino de Matemática, em uma perspectiva de construção da cidadania, seja um dos caminhos para uma Educação Matemática inclusiva transformadora.

Palavras-chave: Sequência Didática; Teoria das Situações Didáticas; Engenharia Didática; Acessibilidade; Razões trigonométricas.

Introdução

¹ Colégio Estadual de Seabra, maiara.brenda@hotmail.com.

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA) Campus Salvador, profanetacruz@gmail.com.



II ENEMI

Encontro Nacional de Educação
Matemática Inclusiva



UESB/UESC - BA

Acessibilidade é um termo que precisa ser socialmente conhecido e entendido. Isso porque, apesar de ser um direito garantido legalmente, existem espaços que ainda não oferecem acesso sem barreiras para todos os indivíduos, principalmente para pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida.

Apesar da acessibilidade não dizer respeito somente às questões referentes ao espaço físico, essas merecem atenção pois:

Se o ambiente físico e seus elementos arquitetônicos se constituem em barreiras, irão impedir o acesso das pessoas aos locais e às ferramentas que lhe garantem o exercício de seus direitos e deveres. Essa imobilidade imposta implica na ausência de participação das pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida na vida da cidade (VIDA BRASIL, 201-?, p. 55).

A escola é um lugar propício para aprender sobre esse conceito, por ser um espaço frequentado por indivíduos com diferentes características e crenças, às quais devem ser respeitadas. A sala de aula de Matemática pode se configurar em um local onde o estudante reflita sobre a necessidade de ambientes inclusivos, sejam eles pertencentes à própria escola ou espaços externos a ela.

Discutir sobre acessibilidade em aulas de Matemática é uma oportunidade de os indivíduos conhecerem mais sobre cidadania e direitos inerentes às pessoas com deficiência. Ao reconhecer que a Matemática se torna necessária para que existam espaços físicos acessíveis, o professor, como mediador dos conhecimentos, apresentará caminhos para que os estudantes notem que ter conhecimento matemático pode auxiliar no exercício da cidadania. Concordamos, assim, com Santos e Cruz (2017, p. 2), que o professor:

[...] Ao transformar a sala de aula num local de identificação e discussão das contribuições matemáticas inerentes às questões sociais, poderá habilitar os estudantes para identificar matematicamente um problema, posicionar-se diante dessas questões e sugerir mudanças conscientes.



II ENEMI

Encontro Nacional de Educação
Matemática Inclusiva



UESB/UESC - BA

Nesse contexto, o presente artigo tem por objetivo apresentar uma sequência didática (SD), para aulas de Matemática, onde se discute acessibilidade física utilizando conceitos matemáticos. Esta sequência didática e este artigo são frutos do trabalho de conclusão do curso de Licenciatura em Matemática desenvolvido pelas autoras, intitulado: Uma proposta de sequência didática para o ensino de Matemática cidadão (SANTOS, 2017). Apesar de não terem sido desenvolvidas, no trabalho citado, as fases de experimentação, análise *a posteriori* e validação, acreditamos a SD aqui exposta tem potencial para proporcionar aos estudantes a reflexão e a percepção da Matemática como uma ferramenta em prol da cidadania.

Como instrumentos metodológicos, utilizamos os elementos da Engenharia Didática (ED), por acreditarmos que a ED permite construir um recurso didático que pode ser facilmente experimentado por meio das informações expostas na análise *a priori*, à qual fornece informações suficientes aos docentes que desejem utilizar a sequência didática, além de oportunizar a verificação da sua validade nesse estudo. Comentaremos na sessão seguinte as fases da ED e apresentaremos neste trabalho a análise prévia e a análise *a priori* desta sequência didática segundo a Engenharia Didática.

O trabalho foi baseado na Teoria das Situações Didáticas (TSD), à qual objetiva estudar os fenômenos que interferem no processo de ensino e de aprendizagem da Matemática e propor um modelo teórico para a construção, a análise e a experimentação de situações didáticas, de forma a “caracterizar um processo de aprendizagem por uma série de situações reprodutíveis, conduzindo frequentemente a modificação de um conjunto de comportamento dos alunos” (ALMOULOU, 2007, p. 31-32).

As situações didáticas são devidamente planejadas pelo professor no intuito de possibilitar a aprendizagem e por meio dela são reveladas as interações desenvolvidas entre o professor, o aluno e o saber. Nessa teoria, as situações de ensino não se resumem aos momentos de regência e de intervenção do professor. Do instante em que o estudante aceita participar da resolução do problema até o momento em que se concretiza uma resposta, o



II ENEMI

Encontro Nacional de Educação
Matemática Inclusiva



UESB/UESC - BA

professor nega-se a prover informações que possam influenciar nas decisões do aluno e nos conhecimentos previstos para surgir (BROUSSEAU, 2008, p. 35). O docente não se ausenta, ele torna o estudante o protagonista do processo de aquisição do próprio conhecimento e torna-se seu mediador.

Nesse contexto, os discentes vivenciam as situações adidáticas³, que se constituem momentos fundamentais da aprendizagem na TSD, onde assumem o controle e, através da própria dinâmica, buscam o conhecimento. Este estudo objetiva propor ambas as situações, através de uma sequência didática, que são complementares e essenciais para que ocorra a aprendizagem.

A Engenharia Didática

Além de ser compreendida como uma ferramenta metodológica de pesquisa qualitativa, a Engenharia Didática pode ser entendida como produção para o ensino, visando à preparação de situações didáticas que potencializem a aprendizagem em sala de aula (POMMER, 2013). O grande feito dessa metodologia é permitir que o professor articule, no seu espaço de trabalho, suas investigações - na busca de melhorias para a docência e para a aprendizagem dos estudantes - e suas ações como professor. Ela está estruturada em quatro fases, que devem ser executadas na seguinte ordem: análises prévias; concepção e análise *a priori*; experimentação; análise *a posteriori* e validação da pesquisa.

Nas análises prévias, primeira fase, o pesquisador busca conhecer as formas de ensino já existentes e em utilização do conceito/conteúdo a ser ensinado, as concepções dos estudantes sobre o objeto a ser estudado, bem como o quadro teórico didático geral em que está inserido. As análises devem considerar as dimensões epistemológica, cognitiva e didática.

³ [...] Só terá verdadeiramente adquirido [um] conhecimento quando for capaz de aplicá-lo por si próprio às situações com que depara fora do contexto do ensino, e na ausência de qualquer indicação intencional. Tal situação é chamada situação adidática. (BROUSSEAU, 1996a p. 49-50, apud POMMER, 2008).



II ENEMI

Encontro Nacional de Educação
Matemática Inclusiva



UESB/UESC - BA

Na segunda fase, concepção e análise *a priori*, dentre outros objetivos, é o momento de elaboração do dispositivo didático, a fim de responder a inquietações do pesquisador e averiguar melhores condições de ensino e aprendizagem do objeto matemático escolhido. A escolha das variáveis didáticas permitirá a organização de cada sessão da sequência didática e o controle dos acontecimentos durante a experimentação.

A experimentação, terceira fase, é o momento de aplicação do dispositivo didático elaborado pelo docente aos estudantes, considerando as contribuições das análises prévias, de observar e registrar o desenvolvimento das situações pelos estudantes, seus erros, dúvidas e acertos, para serem analisados na próxima fase. A quarta e última fase, análise *a posteriori* e validação, é dedicada ao tratamento dos dados obtidos na experimentação, estabelecendo comparação com os dados da análise *a priori*, permitindo ao pesquisador confirmar ou não a validade dos objetivos da pesquisa e “estimar a reprodutibilidade e a regularidade dos fenômenos didáticos identificados” (ALMOULOUD, 2007, p. 177).

Nesse trabalho, serão apresentados fragmentos das análises prévias, comentários sobre a elaboração da sequência didática e fragmentos da análise *a priori*. Não apresentaremos as duas últimas fases, que traria os possíveis resultados, pois

Fragmentos da análise prévia

Nesta seção apresentamos brevemente alguns dos conhecimentos que foram considerados para a elaboração da sequência didática. Como a análise segundo a ED não foi concluída nesta pesquisa, não houve o estudo dos conhecimentos prévios dos possíveis participantes. Para a estruturação da sequência didática proposta foi necessário um breve estudo sobre a acessibilidade e sobre a ABNT NBR 9050, razões trigonométricas no triângulo retângulo e, principalmente, o conhecimento de alguns conceitos e dos parâmetros técnicos disponíveis nesse documento.



II ENEMI

Encontro Nacional de Educação
Matemática Inclusiva



UESB/UESC - BA

A NBR 9050 ao estabelecer “critérios e parâmetros técnicos a serem observados quanto ao projeto, construção, instalação e adaptação do meio urbano e rural, e de edificações às condições de acessibilidade” (ABNT, 2015, p. 1) auxilia no processo de inclusão dos indivíduos com deficiência ou mobilidade reduzida nos diversos ambientes, principalmente nos públicos que, por direito, podem ser frequentados por todos.

Ainda neste documento, são apresentadas tabelas, referentes ao dimensionamento de rampas, onde são expressas as inclinações admissíveis para cada segmento de rampa. As rampas, para serem consideradas acessíveis, devem obedecer aos parâmetros técnicos definidos por essa norma quanto ao limite máximo de inclinação, aos desníveis a serem vencidos e o número máximo de segmentos que deve ter.

Fragmentos da análise *a priori*

Serão discutidas, nesse artigo, três das quatro sessões que compõem a sequência didática para este estudo, envolvendo acessibilidade física e Matemática. Comentaremos aspectos que devem ser considerados no momento de aplicação desta SD.

Para o desenvolvimento do estudo, esperava-se que os sujeitos da pesquisa possuam conhecimentos referentes à trigonometria no triângulo retângulo, objeto matemático envolvido na resolução dos problemas propostos. Assim, o professor poderia observar se estes conseguem perceber, utilizando seus conhecimentos prévios, a presença desse saber matemático em situações diferentes das que já tiveram contato, em um caso mais específico, em situações problemas envolvendo construção de rampas acessíveis.

As situações problema propostas na sequência didática foram pensadas para ser desenvolvidas em dois encontros com duração estimada de duas horas cada. Sugerimos que a sequência seja desenvolvida em grupos com três integrantes. O trabalho em grupo surge como oportunidade de compartilhamento de conhecimentos e o exercício da síntese. Deve



II ENEMI

Encontro Nacional de Educação
Matemática Inclusiva



UESB/UESC - BA

ser feito o encorajamento do registro das informações relevantes utilizadas nas resoluções para que os participantes exercitem a escrita das ideias, principalmente as matemáticas.

Para os cálculos presentes na atividade, aconselhamos o uso da calculadora científica, em máquina ou aplicativo de celular, visto que o objetivo das situações propostas não foi verificar as habilidades de resolução de algoritmos pelos discentes.

Imediatamente após a resolução, pelos grupos, das situações propostas em cada sessão, sugerimos a busca da socialização e confrontação das resoluções e resultados obtidos, pois há dependência entre as sessões da sequência. Além disso, esta atitude permite a organização das descobertas, a elucidação de possíveis equívocos e a validação dos conhecimentos envolvidos em cada sessão, buscando o progresso e a compreensão dos estudantes.

Acreditamos que, em um âmbito global, com a resolução das situações propostas na sequência didática os participantes seriam capazes de:

- Compreender que a existência de rampas não é o suficiente para declarar a existência de acessibilidade em espaços físicos e que nem sempre a construção de uma rampa é viável;
- Relacionar seus conhecimentos prévios sobre triângulo retângulo e trigonometria com os conceitos de inclinação admissível, altura do desnível e comprimento da projeção horizontal de um segmento de rampa;
- Identificar a existência de espaços físicos, interiores ou exteriores à escola, que precisam ser adaptados ou que já estão em conformidade com os parâmetros legais.

Na primeira sessão, intitulada “Discutindo sobre o assunto” foi proposta a leitura de algumas reportagens que apresentavam a existência ou a ausência de acessibilidade física em alguns espaços, bem como questionamentos sobre o que os estudantes concebem como espaço acessível e o que o torna acessível.



UESB/UESC - BA

Figura 1: Questionamentos da sessão 1

1) Após a leitura das reportagens anteriores, responda as questões a seguir:

- a) O que torna um espaço acessível?
- b) Todos os fragmentos citam a existência ou a ausência de rampas. A construção de rampas torna os ambientes acessíveis a qualquer pessoa? Justifique sua resposta.
- c) A construção de rampas é a melhor maneira de garantir a acessibilidade para pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida?

2) Com o “Guia prático sobre rampas” em mãos, realize a primeira leitura atentando-se principalmente às definições de rampa e acessibilidade. Compare as informações obtidas a partir da leitura do guia com as respostas fornecidas para o item b da 1º questão. Sua resposta condiz com o que dita a norma? Qual a sua opinião após a leitura inicial do guia?

Fonte: próprias autoras.

Esta sessão pretendia verificar o que os discentes conhecem sobre espaços acessíveis e sobre a garantia de acessibilidade física através de rampas. Acreditávamos que a discussão com colegas e a consulta às normas técnicas pode fazer com que os estudantes mudem suas concepções antecedentes à atividade, percebendo que nem toda rampa promove acessibilidade e que essa etapa serviria de motivação para as demais sessões.

Na segunda sessão, destinada a análise da tabela “Dimensionamento de rampas” presente na ABNT NBR 9050, apresentou-se esta tabela e analisou-se matematicamente as variáveis contidas nela. Além disso, foi proposta a resolução de problemas envolvendo esses dados e a comparação dos resultados encontrados pelos grupos.

Figura 2: Questionamentos da sessão 2



II ENEMI
Encontro Nacional de Educação
Matemática Inclusiva



UESB/UESC - BA

3. A Tabela 1 informa algumas das variáveis importantes para a construção de uma rampa acessível.

Tabela 1 – Dimensionamento de rampas

Desníveis máximos de cada segmento de rampa h (m)	Inclinação admissível em cada segmento de rampa i (%)	Número máximo de segmentos de rampa
1,50	5,00 (1:20)	Sem limite
1,00	$5,00 (1:20) < i \leq 6,25 (1:16)$	Sem limite
0,80	$6,25 (1:16) < i \leq 8,33 (1:12)$	15

Fonte: ABNT NBR 9050 (2015)

Discuta com seu/sua colega sobre as informações dadas e, juntamente com a análise do guia, responda:

- O que significam as informações expressas entre parênteses na coluna “Inclinação admissível em cada segmento de rampa i ”? Tente representar esta situação.
- Expresse em graus as inclinações admissíveis em cada segmento de rampa (mínimas e máximas) que aparecem no quadro.
- Qual a angulação referente à inclinação “100%”? Justifique sua resposta.

Fonte: Próprias autoras.

Aqui são iniciadas as situações problema envolvendo o objeto matemático dessa pesquisa. Esperava-se que os estudantes pudessem perceber se as variáveis envolvidas na determinação da inclinação admissível, sendo elas o comprimento da projeção horizontal e a altura do desnível da rampa, são diretamente ou inversamente proporcionais e as implicações dessas relações. Além disso, desejávamos que os discentes associassem a visão lateral de uma rampa, desconsiderando sua largura, a um triângulo retângulo, permitindo que calculassem o comprimento de uma rampa, que é representado pela hipotenusa do triângulo retângulo, através do Teorema de Pitágoras.

Acreditamos que os estudantes poderiam apresentar dificuldade para calcular os ângulos máximos e mínimos, em graus, dos intervalos de inclinações admissíveis da tabela, apresentados em porcentagem, caso desconhecêssem as funções trigonométricas inversas e/ou o manuseio da calculadora científica.



II ENEMI

Encontro Nacional de Educação
Matemática Inclusiva



UESB/UESC - BA

Na terceira sessão, voltada para a exploração do espaço físico da escola, buscou-se a criticidade dos discentes sobre o espaço em que estudam, analisando se as rampas existentes na instituição seguem às especificações estudadas nas seções anteriores.

Figura 3: Questionamento sessão 3

4. Agora, em seus grupos, utilizando uma trena e fazendo registro fotográfico, vocês deverão verificar se há rampas na Instituição que estuda e, com base nas informações do “guia prático sobre rampas”, se estas são acessíveis. Escolham uma rampa, caso exista, para a verificação. Anotem todas as informações que julgarem importantes e utilize a Tabela 1 (Dimensionamento de rampas) para esta análise.

Fonte: próprias autoras

Os grupos deveriam escolher uma rampa que estivesse no interior ou nas imediações da escola e se necessário poderiam trabalhar juntos nas averiguações. Cada grupo receberia uma trena para medir o que achasse pertinente durante as investigações, descobrindo, com suas próprias iniciativas, a melhor forma de utilizá-la. Esperou-se que os participantes fizessem uso dos saberes matemáticos discutidos na segunda sessão na obtenção de medidas. Caso houvesse dificuldade em mensurar o desnível, o comprimento ou a projeção horizontal da rampa, acreditamos que seriam capazes de associar as duas variáveis que obteve, através da medição, aos lados de um triângulo retângulo e usar o Teorema de Pitágoras para encontrar a terceira medida. Entretanto, a existência de erros na medição deveria ser levada em consideração, podendo influenciar no valor obtido através do teorema.

Por fim, esperávamos que os discentes ponderariam, de forma crítica, as suas descobertas, sendo capazes de atestar se houve o cumprimento das normas que estudaram na segunda sessão e discutiriam os motivos do descumprimento, caso houvesse.



II ENEMI

Encontro Nacional de Educação
Matemática Inclusiva



UESB/UESC - BA

Considerações Finais

Este estudo apresentou uma sequência didática, para a aula de Matemática, envolvendo saberes matemáticos, a exemplo das relações trigonométricas no triângulo retângulo, e os parâmetros técnicos sobre construção de rampas propostos na ABNT NBR 9050, do ano de 2015, que pretende possibilitar um ensino de Matemática que contribua com a formação crítica e cidadã a partir do estudo de algumas normas sobre acessibilidade física. Apesar de não serem apresentadas as fases de experimentação, análise *a posteriori* e validação, acreditamos que essa SD tem potencial para que os participantes percebam a necessidade da acessibilidade ao utilizar seus conhecimentos matemáticos.

A ED permite que o professor desempenhe o papel de educador concomitante ao papel de pesquisador, sem prejuízos para os discentes, os quais terão a oportunidade de participar de uma investigação que objetiva a sua aprendizagem a partir suas próprias ações e formulações.

Esperamos que, em um momento de experimentação, os discentes, através dos questionamentos, observações e medições propostos na sequência didática, reflitam sobre a necessidade de garantir ambientes acessíveis para todos os indivíduos, percebendo a conexão entre uma questão social, como a acessibilidade, e os conhecimentos matemáticos, observando a presença da matemática nas atividades humanas, a sua utilidade na resolução de problemas cotidianos e o envolvimento desse conhecimento na cidadania.

Referências

ALMOULOU, Saddo Ag. **Fundamentos da didática da Matemática**. Curitiba: Ed. UFPR, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**. Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. Disponível em: <http://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/pfdc/temas/inclusao-de-pessoas-com-deficiencia/legislacao/abnt-nbr-9-050-2015/view>.




II ENEMI
Encontro Nacional de Educação
Matemática Inclusiva



UESB/UESC - BA

BROUSSEAU, Guy. **Introdução ao estudo das Situações Didáticas**: Conteúdos e métodos de ensino. Tradução Camila Bógea. São Paulo: Editora Ática, 2008.

POMMER, W. M. **A Engenharia Didática em sala de aula**: Elementos básicos e uma ilustração envolvendo as Equações Diofantinas Lineares. São Paulo, 2013.

POMMER, W. M. Brousseau e a ideia de Situação Didática. Seminário de Ensino de Matemática, FEUSP, 2008. Disponível em:
<https://www.nilsonjosemachado.net/sema20080902.pdf>. Acesso em: 18 out. 2020.

SANTOS, M. B. J. **Uma proposta de sequência didática para o ensino de Matemática cidadão**. 2017. 71 f. Monografia (Graduação em Matemática) - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Bahia, Salvador, 2017.

SANTOS M. B. J.; CRUZ, A. O C. de S. Discutindo sobre Matemática e Acessibilidade através de uma sequência didática. IN: Seminário Nacional de História e Investigações de/em aulas de Matemática - SHIAM, 6 ed, 2017, Campinas. **VI Seminário Nacional de História e Investigações de/em aulas de Matemática**. Campinas, CEMPEM, 2017. p. 1-9
Disponível em: https://www.cempem.fe.unicamp.br/pf-cempem/maiara_brenda_jesus_santos_-_anete_otilia_cardoso_de_santana_cruz.pdf. Acesso em 15 set. 2020.

VIDA BRASIL. **Acessibilidade, uma questão de direitos humanos**. [201-?].