

CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS DE FUNÇÃO AFIM EM AMBIENTE INCLUSIVO UTILIZANDO O SOFTWARE GEOGEBRA

Pedro Henrique Cavalcanti de Arruda Filho¹
Mirtes Ribeiro de Lira²

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta de desenvolvimento na construção dos conceitos de função afim, através da geração, manipulação e investigação dos gráficos construídos com o auxílio do software GeoGebra, buscando atender a inclusão de alunos com necessidades educacionais especiais. O conjunto de atividades foi realizado em uma turma de 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola integrante do sistema federal de ensino de Pernambuco localizada na cidade do Recife. A partir dessa sequência de atividades foi possível perceber que os alunos conseguiram compreender de maneira mais clara situações propostas, aumentando assim a vontade de aprender e a busca pelo conhecimento de modo exploratório. Por fim, ficou perceptível que é possível utilizar atividades diferenciadas nas salas de aula, possibilitando assim a inclusão e a melhoria na qualidade do processo de ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: Educação inclusiva, ensino de Matemática, GeoGebra, função afim.

1. INTRODUÇÃO

O ensino de função afim por muito tempo vem sendo trabalhado de maneira tradicional, uma vez que muitos professores ainda desempenham o papel de transmissores de conceitos e formulas, apresentando aos alunos um passo-a-passo, semelhante a uma receita de bolo, a ser aplicado na tentativa de solucionar diversos problemas de maneira mecanicista. Dessa forma, os alunos acabam ficando condicionados a reproduzirem formulas na busca pela solução de problemas sem compreender o propósito das suas aplicações, causando muitas vezes certo desestímulo no processo de aprendizagem.

A situação pode se torna ainda pior quando esse tipo de metodologia é utilizado pelos professores que atendem o público de alunos que apresentam necessidades educacionais especiais, principalmente no ensino regular onde eles deveriam atuar com peça fundamental no processo de inclusão desses alunos. Porém em alguns casos esses professores podem não ter o devido conhecimento de quais são as necessidades que seu aluno apresenta e muito menos como atuar de modo a estimular seu processo de aprendizagem e inclusão. Dessa forma, suas práticas pedagógicas podem recair em metodologias nada eficientes e que por

¹ Pós-Graduando do Curso de Especialização em Educação Especial na Perspectiva Inclusiva da Universidade de Pernambuco *campus* Mata Norte; e-mail: arrudafilhophc@gmail.com

² Docente do Curso de Especialização em Educação Especial na Perspectiva Inclusiva da Universidade de Pernambuco *campus* Mata Norte; e-mail: mirtes.lira@upe.br

muitas vezes podem acabar limitando o aprendizado do aluno com necessidades educacionais especiais.

Embora ainda haja/ocorra resistência por parte de professores, a utilização das tecnologias no ambiente educacional surge como recurso didático com a proposta de proporcionar maior facilidade no processo de ensino-aprendizagem, buscando assim, despertar maior interesse dessa nova geração conhecida como nativos digitais.

A tecnologia educacional vem avançando de maneira significativa nos últimos anos, e junto com ela o uso expressivo de objetos educacionais digitais, como software, vídeos e programas, podendo assim colaborar nas etapas de construção de conceitos em diferentes áreas do conhecimento.

No entanto, as TICs por si só, não transformarão o ambiente de aprendizagem, pois, se aqueles que forem utilizá-las não receberem capacitações adequadas para aplicar de forma eficiente, principalmente, junto aos alunos com necessidades educacionais especiais, seus potenciais não serão extraídos ao máximo.

Alguns pesquisadores como Markus Hohenwater, criador do GeoGebra®, na busca por ampliar o campo e as possibilidades de estudo de um determinado conteúdo, acabam desenvolvendo alguns softwares e ambientes virtuais educacionais. Atualmente um dos softwares que vem sendo estudado e utilizado no processo de ensino-aprendizagem de matemática é o GeoGebra®, conhecido por auxiliar na construção de figuras geométricas e de gráficos, possibilitando a observação, manipulação e investigação, sendo assim é caracterizado com um software de matemática dinâmica.

Nesse sentido, este trabalho foi dedicado ao desenvolvimento de uma sequência didática a ser realizada com o auxílio do software GeoGebra® na construção e análise dos gráficos, buscando levar os alunos a construir de maneira autônoma os conceitos de função afim através da observação, manipulação e investigação dos dados. Sendo assim, buscamos determinar o vínculo entre os dados algébricos e os gráficos, além do conhecimento e por meio da manipulação e investigação, além de tentar estimular os alunos para serem o elemento principal no processo de ensino-aprendizagem.

2. REVISÃO TEÓRICA

2.1 Contextualização da Educação Inclusiva

Os princípios que norteiam a educação inclusiva surgiram ainda na década de 1980, a nível internacional, com a ideia de incluir as pessoas com deficiência na rede regular de ensino, por ocasião do Ano Internacional das Pessoas Deficientes, em 1981. Um dos preceitos visava o desenvolvimento da cidadania dos deficientes (AGUIAR, 2015, p.15)

No ano de 1994 foi assinada a declaração de Salamanca, a qual surge com a finalidade de fortalecer a ideia de inclusão em diversos países entre eles o Brasil. A ideia fundamental dessa declaração é a de que “as escolas devam acolher a todas as crianças, independente de suas condições físicas, intelectuais, sociais, emocionais, linguísticas ou outras”.

Todas as pessoas devem ser inseridas no ambiente regular de aprendizagem, entretanto respeitando suas limitações, uma vez que pessoas com deficiência precisam interagir com outras pessoas em escolas regulares e não em escolas específicas, restritas, isoladas e de caráter excludente, visto que, essas pessoas precisam ser inseridas na sociedade. Sendo assim, não se deve simplesmente aceitar e fechar os olhos para as limitações e barreiras, mas sim transformar o ambiente por meio de adaptações que forneçam totais condições, para que o aluno dentro das suas limitações possa realizar suas atividades juntamente com as outras crianças de forma igualitária. Segundo Mazzotta e Souza (1996), todo aquele que se isola, ou é excluído da participação ativa no convívio social, torna-se impotente e perde a condição de sujeito de suas ações.

Os professores estarão em constante desenvolvimento, pois a inclusão é um processo que não segue um padrão único. Isso porque, cada caso apresenta limitações distintas, tornando os agentes envolvidos eterno aprendizes. Dessa forma, a troca de experiências entre esses profissionais torna-se fundamental. A interação entre os profissionais da educação, pais e médicos nas atividades cotidianas dos alunos com necessidade educativa é de fundamental importância. Os envolvidos na facilitação do processo de inclusão e desenvolvimento dos alunos com deficiência devem ficar atentos e não praticar a superproteção, pois isso pode contribuir na construção de limitações inexistentes para o aluno.

Os alunos devem descobrir as suas capacidades e limitações de maneira natural. É necessário que fique claro para ele o que pode e o que não pode ser feito, pois ele irá conviver com isso durante toda a sua vida. Dessa forma, desde cedo ela deve interagir com os outros alunos e conviver com suas limitações sem se sentir constrangido ou inferior aos demais, pois somos todos diferentes.

2.2 As TICs na Educação Especial

Incessantemente, as escolas modificam-se conforme as exigências da sociedade, e atualmente, a última encontra-se mergulhada na era digital. O uso das tecnologias digitais vem contribuindo na realização de atividades corriqueiras, como um simples pagamento de uma conta via celular, até atividades extraordinárias, como a descoberta da cura para algumas enfermidades. Na educação não tem sido diferente, a utilização das mais diversas ferramentas tecnológicas tem contribuído na redução da desigualdade e na formação dos cidadãos.

Para Campos e Pessoa (2018) o uso das TICs pode contribuir de forma relevante nas atividades pedagógicas dos professores que atuam na educação inclusiva, tendo em vista que essas ferramentas contribuem para o desenvolvimento cognitivo e a autoestima das pessoas com deficiência. Segundo Gonçalves (2013) as TICs proporcionam diferentes funcionalidades as pessoas com deficiência e que necessitam de uma atenção especial, potencializando a comunicação, o acesso à informação e o desenvolvimento cognitivo a cerca de todo o tipo de aprendizagem.

As TICs apresentam contribuições técnicas distintas. Segundo Ribeiro (2010, citada por Gonçalves, 2013) a ajuda técnica é um mais-valia na realização das atividades diárias, na comunicação, no currículo, na aprendizagem e desenvolvimento. Dessa forma, se faz necessária uma adaptação das ajudas técnicas juntamente ao currículo e as atividades didáticas desenvolvidas pelo professor, com a finalidade de servirem como suporte para compensar as disfunções apresentadas pelos alunos com necessidades educacionais especiais, possibilitando o acesso à escrita, comunicação, informação e interação.

De acordo com Gonçalves (2013) os professores desempenham uma função extremamente importante, pois eles são responsáveis por criarem estratégias que busquem favorecer a interação entre máquina e docente possibilitando verdadeiros atos de comunicação real. Sendo assim, os professores devem utilizar softwares e hardwares adequando-os às necessidades de cada aluno, além de personalizar suas atividades e aulas.

2.2.1 O software GeoGebra® no processo educacional

O software GeoGebra® foi desenvolvido na Austrália, por Markus Hohenwater sua tese de doutorado, na Universidade de Salzburgo, com o objetivo de contribuir para o processo de ensino-aprendizagem de matemática.

O software GeoGebra® é uma ferramenta tecnológica com recursos para serem utilizados no ensino e aprendizagem da Matemática, principalmente no que diz respeito ao acesso aos objetos matemáticos, bem como ao acesso simultâneo de dois tipos de registros para o mesmo objeto (o gráfico e o algébrico), propiciando assim a conversão de registros, e também o tratamento de registros (FREITAS, 2009, p. 80).

Os motivos da utilização do GeoGebra® está ligado ao fato dele ser um software livre, com uma interface de fácil manuseio e por facilitar o processo de investigação na resolução de problemas, proporcionando um estudo dinâmico. Além disso, ele foi escrito em linguagem Java, o que, possibilita o seu funcionamento em qualquer plataforma. No entanto, o software não está limitado apenas ao estudo de figuras geométricas, pois esse ainda possibilita a construção dos gráficos dos mais diferentes tipos de funções.

A interface do GeoGebra® é composta por várias ferramentas, as quais possibilitam a construção de pontos, segmentos, retas e funções que podem ser manipuladas e investigadas em tempo real, além de interligar a representação gráfica com a sua respectiva forma algébrica, o software ainda possibilita a construção de uma ou mais figuras geométricas ou gráficos em uma mesma tela, proporcionando assim uma maior interação entre elas, o que acaba amplia o campo de observação e contribuindo para a construção e análise de conceitos.

O GeoGebra® é um software matemático que une Geometria, Álgebra e Cálculo, para tanto há duas janelas de visualização a janela geométrica e a janela algébrica, assim cada objeto construído na janela geométrica tem sua representação mostrada na janela algébrica (SIGUENÂS, 2009, p. 13).

Sendo assim, a principal função do software GeoGebra® é aproximar as diferentes formas de representar um determinado problema matemático buscando maximizar não só a visualização estática dos dados como também os eventuais fenômenos ocorridos através do processo de manipulação das variáveis.

2.3 Engenharia Didática

A Engenharia Didática (ED) foi desenvolvida na França, na área de Didática das Matemáticas, passando a ser utilizada em meados da década de 80, tendo como ideologia levar o pesquisador a desempenhar o papel idêntico ao de um engenheiro, pois esse processo exige além de um sólido conhecimento científico, básico e essencial, o enfrentamento de

problemas práticos que não estão ligados a teorias prévias, exigindo o desenvolvimento de soluções.

Segundo Machado (2007, p. 11),

A “*engenharia didática*” se caracteriza como uma forma particular de organização dos procedimentos metodológicos na pesquisa em educação matemática. Com uma concepção que contempla tanto a dimensão teórica como experimental, ela consegue interligar o plano teórico da racionalidade à experimentação da prática educativa.

A Engenharia Didática é uma metodologia de pesquisa que, “(...) se caracteriza por um esquema experimental com base nas “realizações didáticas” desenvolvidas na sala de aula, isto é, sobre a concepção, a realização, a observação e a análise das sequências de ensino.” (ARTIGUE, 1995b, p. 36).

Ainda, segundo Pommer (2013, p. 7),

A *Engenharia Didática* possui dupla função: pode ser utilizada como metodologia qualitativa de pesquisa na área de Matemática, mas também é extremamente útil para a elaboração de situações didáticas que configurem um quadro de aprendizagem significativa em sala de aula.

Além disso, segundo Machado (2007), “pode-se distinguir dois níveis de “*engenharia didática*”, necessários e complementares.” O primeiro denominasse *microengenharia*, caracterizado por ser uma investigação mais restrita, visto que busca observar apenas as relações e fenômenos ocorridos na sala de aula. Já o segundo, conhecido como *macroengenharia*, permite nos depararmos com problemas institucionais e metodológicos, tornando o processo investigativo mais abrangente e complexo.

Segundo Artigue (1995), a *Engenharia Didática* dividiu-se em quatro fases: (1) análises prévias; (2) Concepção e análise a priori das situações da engenharia didática, (3) experimentação e (4) Análise a *posteriori* e validação.

A primeira fase, que trata das análises prévias, diz que no processo de investigação utilizando as perspectivas da *Engenharia Didática*, não nos apoiaremos apenas nos conhecimentos do conteúdo a ser trabalhado nem em um determinado quadro teórico, mas sim, em uma análise preliminar mais completa, visando segundo Artigue (1995):

- A análise epistemológica do conteúdo abordado no ensino;
- A análise do ensino tradicional e os seus efeitos;

- A análise das concepções de dificuldades e obstáculos que determinam a evolução dos alunos;
- Análise de restrições de campo para colocar a efetiva realização do ensino;
- Tudo isso é feito tendo em conta os objetivos específicos da investigação.

Segundo Artigue (1995), os levantamentos realizados pelo professor engenheiro, serão retomados e aprofundados nas diferentes fases sempre que forem necessários. Dessa forma, podemos concluir que a iniciação de uma nova fase não impedirá o regresso às “análises prévias” ou preliminares, pois, “deve ser um trabalho concomitante com as demais fases da pesquisa” (ALMOULOU; COUTINHO, 2008, p. 66).

Na segunda fase – concepção e análise *a priori*, Artigue (1995), destaca que é o pesquisador tomará a decisão de agir sobre um número de variáveis, sendo essas conhecidas como *variáveis de comando*, distintas em *variáveis macrodidática* e *variáveis microdidáticas*.

- As *variáveis macrodidáticas* ou globais estão relacionadas à organização global da engenharia e
- As *variáveis microdidáticas* ou locais estão relacionadas à organização local da engenharia, isto é, a organização de uma sessão ou de uma fase.

Dependendo do conteúdo matemático estudado essas duas variáveis podem ser de ordem independente ou geral, tendo suas análises em três dimensões: epistemológica, cognitiva e didática. Uma análise *a priori* tem como objetivo para Almouloud e Coutinho (2008), determinar como as escolhas efetuadas (as variáveis que queremos assumir como pertinentes) permitem controlar os comportamentos dos alunos e explicar seu sentido. Sendo assim, em uma análise *a priori* devemos segundo Almouloud e Coutinho (2008, p. 67):

- Descrever as escolhas das variáveis locais e as características da situação didática desenvolvida.
- Analisar a importância dessa situação para o aluno e, em particular, em função das possibilidades de ações e escolhas para construção de estratégias, tomadas de decisões, controle e validação que o aluno terá. As ações do aluno são vistas no funcionamento quase isolado do professor, que, sendo o mediador no processo, organiza a situação de aprendizagem de forma a tornar o aluno responsável por sua aprendizagem;

- Prever comportamentos possíveis e tentar mostrar como a análise feita permite controlar seu sentido, assegurando que os comportamentos esperados, se e quando eles intervêm, resultam do desenvolvimento do conhecimento visado pela aprendizagem.

A fase seguinte, implementação da experiência, ocorrerá à aplicação da sequência didática, “tendo como pressupostos apresentar os objetivos e condições da realização da pesquisa, estabelecer o contrato didático e registrar as observações feitas durante a experimentação” (ALMOULOU; SILVA, 2012, p. 27).

A última fase, análise *a posteriori* e validação da experiência, Almouloud e Silva (2012), afirma que a análise *a posteriori* será a análise dos dados colhidos durante todo o processo de experimentação, ou seja, os registros dos pesquisadores, produção dos alunos e registros em vídeos. Nessa fase será realizada o processo de confrontação com a análise *a priori* para que possam ser observadas as validações ou não das hipóteses levantadas.

3. METODOLOGIA

O caso foi estudado particularmente em uma turma do 9º ano do ensino fundamental, de uma escola pública da rede federal de ensino, localizada no estado de Pernambuco, na região metropolitana do Recife, onde sou professor de matemática.

Participaram da pesquisa 32 alunos com idades entre 13 e 15 anos, sendo um deles diagnosticado com deficiência Intelectual Leve e Distúrbio da Atividade e da Atenção. Apresentando alterações cognitivas e comportamentais. No processo de atenção, apresenta prejuízo na capacidade de focalização e de compreensão da atividade. Demonstra ainda um déficit nas respostas e uma lentificação acentuada no processamento das informações, resolução de problemas, concentração, organização e planejamento de ações.

No início do segundo trimestre, foram apresentadas para os alunos durante onze aulas tradicionais (duração de 45 minutos cada) com a utilização de quadro, pincel e livro didático o conteúdo de função afim. Inicialmente foi definida a função afim conhecendo-se os seus coeficientes e termos, em seguida, os casos particulares e a construção dos seus respectivos gráficos, buscando assim, relacionar a parte algébrica com a parte gráfica, e por fim, a definição de crescimento e decrescimento, tudo isso, envolvido no processo de resolução de situações-problemas. Durante essas aulas pude observar uma grande dificuldade por partes dos alunos no processo de construção dos gráficos, o que acabava contribuindo de forma negativa na análise dos dados.

Através destas observações, tornou-se possível elaborar uma sequência didática, no modelo de resolução de exercícios com apoio do software GeoGebra®, tentando assim, verificar o aprendizado e preencher todas as lacunas anteriormente apresentadas pelos alunos. A lista de atividades (ANEXO “A”) confeccionada contava com cinco questões, as quais buscavam abordar todo o conteúdo de função afim previsto no Plano de Sequência Didática (PSD) do 9º ano do EF. A primeira questão tratava da verificação das alterações que ocorriam na forma algébrica e gráfica da função afim ao realizar alterações em seu coeficiente angular. A segunda questão as observações seriam feitas agora sobre as alterações realizadas no coeficiente linear da função afim. A terceira e quarta questões estimulam a identificação da função constante, identidade e suas propriedades. Por fim, a quinta questão trás uma situação problema que tem como objetivo levar os alunos a aplicarem os conceitos possivelmente construídos anteriormente em uma situação real do seu cotidiano, buscando fazer com que elas comecem a perceber a aplicação desses conceitos em suas vidas.

Em seguida, antes da aplicação das atividades a serem experimentadas, foi realizada uma intervenção seguida por quatro aulas (duração de 45 minutos cada) com a utilização do data show, para a apresentação do software GeoGebra® e a compreensão da sua interface e das ferramentas a serem utilizadas durante a realização das atividades.

No dia da aplicação da atividade, acreditando no trabalho cooperativo como forte aliado no processo de construção do conhecimento, solicitei que os alunos formassem duplas e em seguida entreguei uma lista com cinco atividades. Em seguida, orientei os alunos que a atividade seria desenvolvida em três fases e que ao final de cada uma delas a atividade seria recolhida, tendo em vista que as duas primeiras fases seriam compostas por duas aulas de 45 minutos cada e que a terceira por apenas uma aula também de 45 minutos. Por fim, expliquei aos alunos o objetivo de cada questão e também da aplicação da atividade.

4. ANÁLISE E RESULTADOS E DAS ATIVIDADES

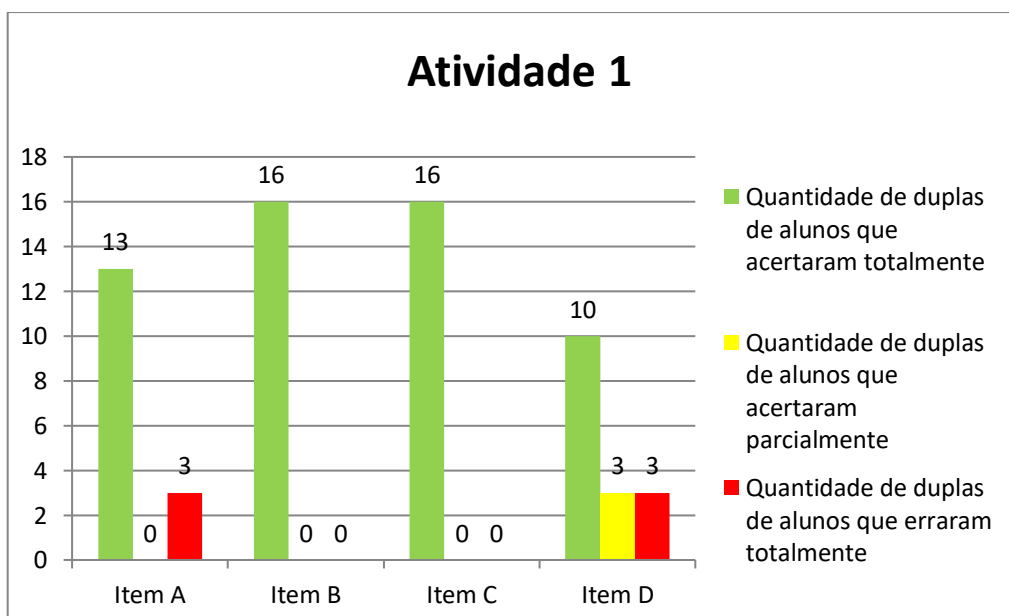
A partir dos dados coletados, faremos uma análise dos resultados diante de uma comparação da análise *a posteriori* com análise *a priori*. Para isso é necessária à análise detalhada das respostas das atividades apresentadas pelos alunos, bem como das observações feitas durante a realização destas atividades. Assim, apresentaremos abaixo as respostas que eram esperadas para cada atividade, além de observações que se referem às respostas dadas pelos alunos às atividades. Para este fim foi-se utilizado o critério de “acerto, acerto parcial e erro” para definir e caracterizar os resultados apresentados pelos alunos, e para melhor

identificarmos os resultados, serão apresentados gráficos referentes a estes, para que, desta forma, tenhamos a possibilidade de extrair conclusões em relação à aplicação de cada uma das atividades propostas.

Análise a posteriori da primeira atividade

Na primeira atividade esperava-se que com a utilização do software GeoGebra® os alunos construíssem os gráficos dados, e em seguida, após a observação e manipulação eles pudessem concluir que a determinação de uma função afim em crescente, decrescente ou constante é dada pelo coeficiente angular “ a ”. No entanto, a falta de habilidade com relação à manipulação do software, tenha sido uma dificuldade apresentada no desenvolvimento da atividade, visto que, os alunos não possuem o hábito de trabalhar com os recursos de multimídia no processo de aprendizagem, dessa forma, foi necessário maior foco na orientação da utilização do software para essa finalidade.

Segue, abaixo, um gráfico que demonstra que na primeira atividade no item A existiram 13 acertos e apenas 3 erros, no item B e C existiram 16 acertos e por fim no item D existiram 10 acertos, 3 acertos parciais e 3 erros.



Com base nos dados apresentados no gráfico 01, acima, podemos observar que grande parte dos alunos apresentou a construção dos conceitos esperados, demonstrando capacidade de entender o que estava sendo pedido em cada enunciado, além de por meio da observação,

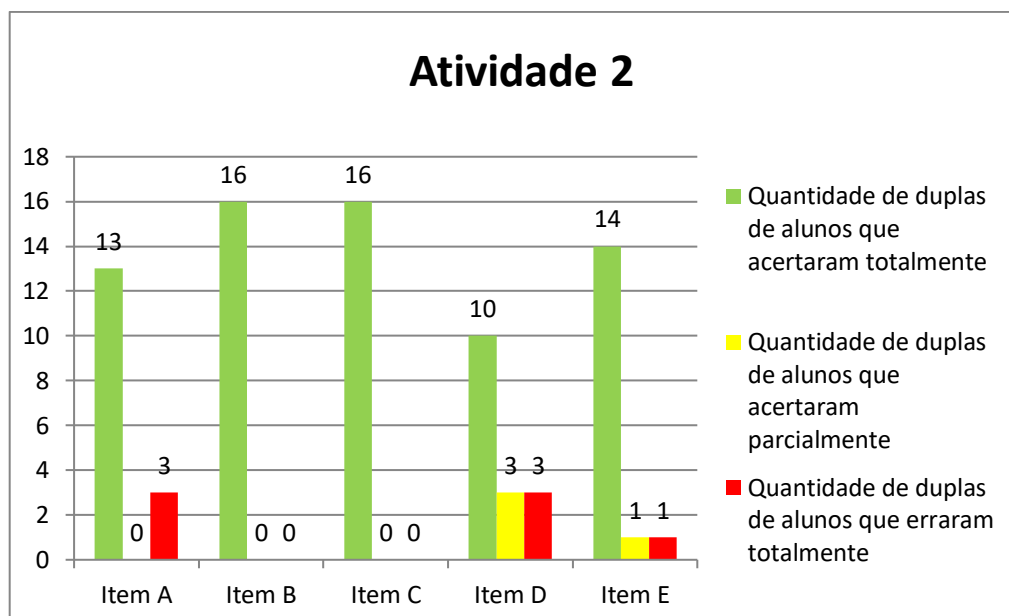
manipulação e investigação se tornarem autônomos na resolução de problemas. É importante ressaltar que a aluna com necessidades especiais juntamente com seu companheiro de atividade solucionaram todas as questões sem apresentar corretamente. Sendo assim, torna-se válida a aplicação dessa atividade no processo de ensino-aprendizagem.

Análise a priori da segunda atividade

No desenvolvimento da segunda atividade esperava-se que os alunos construíssemos gráficos das funções dadas com a utilização do software GeoGebra® e em seguida através da observação e manipulação pudessem concluir que: ao variarmos o coeficiente linear “b” o gráfico irá se deslocar, porém, sem afetar o coeficiente de angulação “a”; o coeficiente b das funções dadas será o ponto de intersecção dos gráficos gerados com o eixo das ordenadas (y); as funções constantes terão seus gráficos paralelos ou coincidentes ao eixo das abcissas (x), sendo assim, nunca se cruzarão; quando a função for constante, para qualquer valor de x a coordenada y sempre terá o mesmo valor. Nessa atividade observamos que os alunos apresentaram uma maior dificuldade em definir a relação de coincidência entre o gráfico gerado e o eixo das abcissas (x), dessa forma, foi preciso estimular os alunos com alguns questionamentos. Vale ressaltar que o mesmo ocorreu com a aluna com necessidades especiais e seu companheiro de atividade.

Análise a posteriori da segunda atividade

O gráfico 02, abaixo, demonstra que no item A da segunda atividade existiram 13 acertos e 3 erros, no item B e C existiram 16 acertos, no item D existiram 10 acertos, 3 acertos parciais e 3 erros, e por fim no item E existiram 14 acertos, 1 acerto parcial e 1 erro.



Os dados apresentados no gráfico 02, acima, apontam o percentual significativo de acertos, mostrando que grande parte dos alunos foi capaz de compreender os questionamentos propostos na questão, levando-os a construir os conceitos esperados, através da observação, manipulação e investigação dos itens proposto na questão, tornando-se peça fundamental no processo de aprendizagem. A dupla composta pela aluna com necessidades especiais, inicialmente me questionou se não existiria função quando a função fosse constante e o coeficiente linear fosse igual à zero. Contudo, buscando orientá-los sem interferir nas suas respostas orientei a dupla a atribuir valores ao coeficiente linear e verificar novamente o que ocorreria. Dessa forma, concluíram que o gráfico não desapareceria, pois, ele estava apenas transladando no plano cartesiano de cima para baixo e vice-versa. E que quando ficava sobre o eixo das abscissas o coeficiente linear assumia o valor de zero. Dessa forma, também podemos concluir como válida a aplicação da atividade no processo de ensino-aprendizagem.

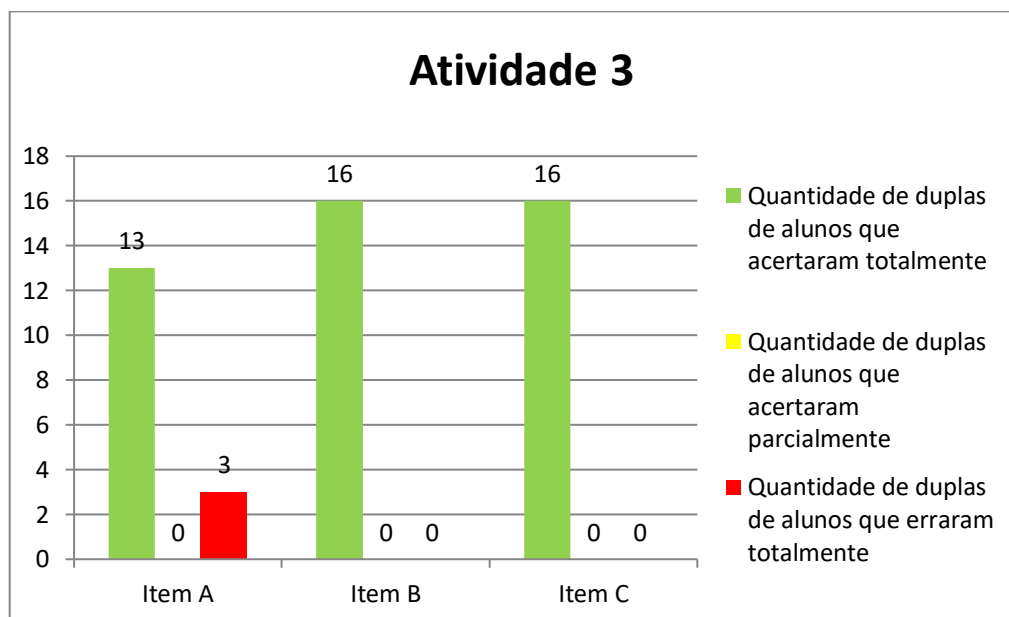
Análise a priori da terceira atividade

Na terceira atividade esperávamos que os alunos construíssem os gráficos das funções e em seguida pudessem concluir que em uma função identidade os valores correspondentes às coordenadas x e y sempre serão iguais, além de perceberem que a translação será sempre uma projeção da função identidade. A maior dificuldade encontrada foi na construção da função identidade e as translações no mesmo plano cartesiano. O software permite a construção de

duas funções em um mesmo plano, dessa forma, a função $y = x$ identidade deve ser determinada algebricamente como uma reta e a translação como função $f(x) = x + b$.

Análise a posteriori da terceira atividade

O gráfico 03, abaixo, demonstra que no item A da terceira atividade existiram 13 acertos e 3 erros, já nos itens B e C existiram 16 acertos.



Os dados apresentados no gráfico 03, acima, apontam o percentual significativo de acertos, mostrando que os alunos foram capazes de realizar a formação dos conceitos esperados através do processo de observação, manipulação e investigação, tornando válida a aplicação da atividade no processo de ensino aprendizagem. Contudo, a aluna e seu parceiro me questionaram se o valor de x seria sempre igual ao de y no plano cartesiano quando se tratasse de uma função identidade. Sendo assim, solicitei que deslizassem um ponto sobre a reta definida pelo gráfico e eles puderam me afirmar que sim, que o valor de x e y seriam sempre iguais.

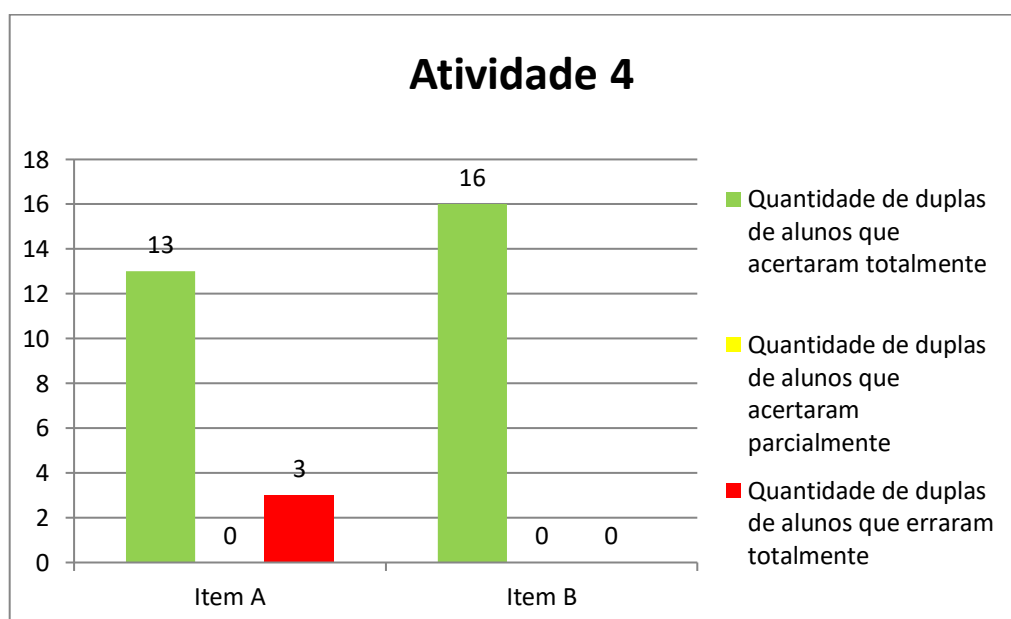
Análise a priori da quarta atividade

No desenvolvimento da quarta atividade esperávamos que os alunos construíssem os gráficos das funções e realizassem a manipulação proposta, concluindo que os gráficos das funções lineares sempre interceptarão o plano cartesiano em sua origem (0,0), sendo esta uma condição para esse tipo de função, além de compreender que quando coeficiente “ a ” assumir valor igual à zero a função passará a ser constante. A maior dificuldade esperada na resolução

dessa atividade está em identificar o gráfico da função quando o coeficiente “ a ” assumir valor igual à zero em $f(x) = a$, sendo assim, realizando questionamentos poderemos estimulá-los na compreensão desse fato.

Análise *a posteriori* da quarta atividade

O gráfico 04, abaixo, demonstra que no item A da quarta atividade existiram 13 acertos e 3 erros, já no item B existiram 16 acertos.



Com base nos dados apresentados no gráfico – 04, podemos concluir que os alunos desenvolveram bem o processo de aprendizagem, construindo os conceitos esperados, de acordo com a proposta apresentada nessa atividade, tornando válida a aplicação da atividade no processo de ensino-aprendizagem, já que os números de erros apresentados são baixos. É importante ressaltar que durante a realização do item A dessa atividade a aluna e seu companheiro fizeram a seguinte afirmação: “*Professor, todos os gráficos passam na origem do plano cartesiano!*”. Sendo assim, respondi a eles que estavam indo no caminho certo, e eles continuaram a atividade sem mais nenhum questionamento.

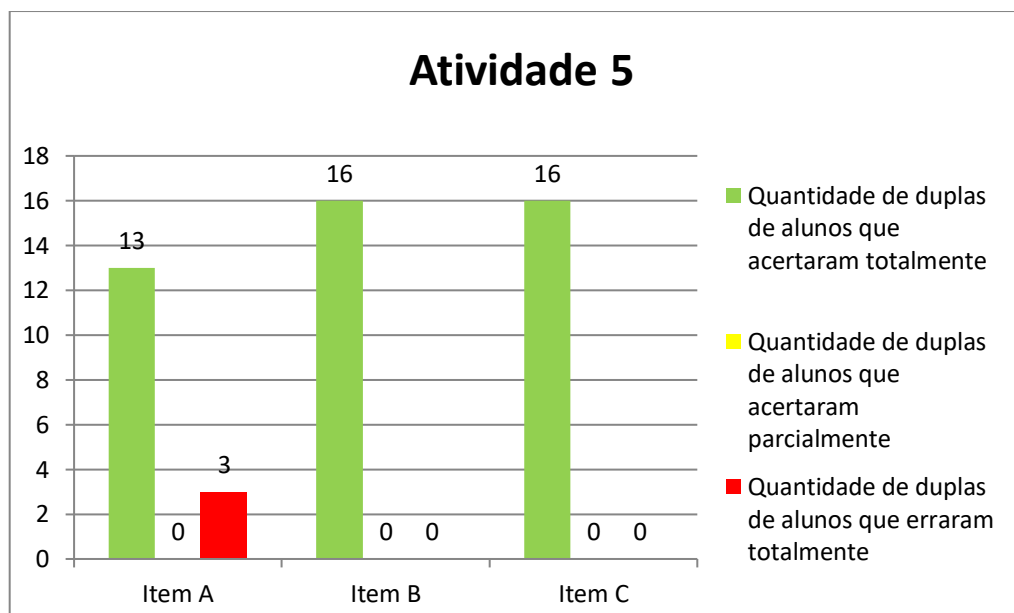
Análise *a priori* da quinta atividade

Na quinta questão esperávamos que o aluno construísse o gráfico da função dada e em seguida após análise conclua que o gráfico é de uma função afim crescente e que quanto

maior for o consumo de energia em KWh maior será o valor a ser pago em R\$. Observamos que a maior dificuldade a ser apresentada na resolução dessa atividade está relacionada à construção do gráfico com a utilização do número racional, pois o software não compreende a pontuação vírgula sendo assim necessária a utilização do ponto. Além disso, ~~acredito~~ também pelo fato de ter que dar zoom para visualizar maiores valores nos eixos x e y será um obstáculo.

Análise a posteriori da quinta atividade

O gráfico 05, abaixo, demonstra que no item A da quinta atividade existiram 13 acertos e 3 erros, já nos itens B e C existiram 16 acertos.



Através dos dados apresentados no gráfico – 05, podemos concluir que os alunos atingiram um número significativo de acertos, mostrando assim o potencial da atividade no processo de formação dos conceitos de função afim. Além disso, aponta que os alunos não tiveram dificuldades em relacionar o conteúdo de função afim com a sua realidade. Dessa forma, podemos considerar válida a aplicação dessa atividade no processo de ensino-aprendizagem. Nessa última questão a dupla apenas questionou que não estava conseguindo verificar os valores no plano cartesiano. Dessa forma, pedi para que ampliassem a tela e logo em seguida responderam que agora poderiam ver o que buscavam. Por fim, quando questionados sobre o que acharam da realização da atividade, eles me responderam que foi amis prazeroso estudar dessa maneira.

4.1 Análise e validação dos dados

Nas atividades propostas baseadas na metodologia da engenharia didática e sob a utilização do software GeoGebra® como ferramenta para geração de gráficos, a validação ocorreu por meio da comparação da análise *a priori* com a análise *a posteriori*, para uma posterior análise se as hipóteses consideradas chegaram a ser alcançadas ou não, e no caso de não terem sido alcançadas, percebemos a partir de análise o que causou este problema. Na análise da aplicação desta sequência de atividades recomendadas levou-se em consideração a postura dos alunos durante tal experiência e principalmente as respostas dadas a cada atividade.

O processo de validação baseia-se na análise dos produtos obtidos da experimentação de uma sequência didática, desta forma, quando validamos uma sequência didática confirmamos que as hipóteses estabelecidas primeiramente na análise *a priori* e nos objetivos pretendidos foram alcançadas, o que indica que a sequência de atividades anteriormente utilizada pode ser aplicada novamente, já que apresenta condições adequadas de produtividade, assim sendo, na validação desejamos provar através de resultados devidamente documentados que determinado processo é eficaz e pode ser reproduzido para se obter eficientes resultados no processo de ensino-aprendizagem.

No termino da aplicação da sequência de atividades pôde ser observado que os objetivos propostos foram alcançados, pois, os gráficos apontaram números expressivos de acerto total, visto que, os alunos demonstraram: empenho no processo de investigação das atividades; facilidade em manusear o software GeoGebra®, contribuindo dessa forma positivamente no desenvolvimento das atividades; compreender a importância existente no processo de investigação realizado na busca por soluções das atividades, podendo formar novos conceitos através das ligações feitas entre os conhecimentos novos e os velhos; ter desenvolvido certas abstrações matemáticas, podendo prever como seria o gráfico de uma função afim apenas observando a sua formação algébrica.

A aluna com necessidades especiais de aprendizagem apresentou resultados satisfatórios quando colocada na presença da realização de atividade com auxílio de uma ferramenta tecnológica interativa e trabalho colaborativo.

Sendo assim, podemos considerar que a sequência de atividades proposta juntamente com a utilização do software GeoGebra® serviram como facilitador no processo de construção dos principais conceitos de função afim de todos os alunos envolvidos, além de contribuir no processo de inclusão e fazer com que os alunos desenvolvessem o importante papel investigativo. Dessa forma, podemos concluir que a aplicação das atividades propostas

neste trabalho é válida no processo de ensino-aprendizagem não apenas de alunos ditos normais, mas também de alunos diagnosticados com deficiência Intelectual Leve e Distúrbio da Atividade e da Atenção.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao elaborarmos as atividades, a preocupação maior foi proporcionar para os alunos, situações nas quais eles pudessem construir e manipular os dados apresentados em cada atividade eliminando as possíveis ações reprodutivas. Em seguida, após a aplicação da sequência das atividades e coleta dos dados, comparamos a análise a priori com a análise a posteriori, concluindo assim, que os objetivos almejados foram atingidos com sucesso.

Podemos ressaltar também alguns pontos positivos observados durante e após a aplicação da sequência das atividades, como: a participação e o empenho dos alunos no processo de construção do conhecimento, quando esses passam a assumindo uma postura investigativa; além de aprenderem a utilizar o software GeoGebra®, os alunos, ainda desenvolveram a habilidade de construção e investigação de gráficos, ampliando a compreensão de alguns fenômenos do seu cotidiano; apresentou significado para os alunos, quanto ao uso de computadores como ferramenta facilitadora no processo de ensino-aprendizagem inclusivo; os alunos ampliaram o campo de visão com relação aos conhecimentos de função afim, construindo novos conceitos através da relação estabelecida entre as formas algébricas e suas representações gráficas.

Referências

AGUIAR, J. S. Educação inclusiva: jogos para o ensino de conceitos [livro eletrônico]/ João Serapião de Aguiar - Campinas, SP: Papirus, 2015. – (Coleção Papirus Educação)

ALMOULOUD, & A. e SILVA, M. J. F. **Engenharia Didática**: evolução e diversidade. REVEMAT: Revista Eletrônica de Educação Matemática, Florianópolis, SC, v. 07, n. 2, p.22-52, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/viewFile/1981-1322.2012v7n2p22/23452>. Acesso em: 05 jul 2019.

ALMOULOUD, & A.; COUTINHO, C. D. Q. E. S. **Engenharia Didática**: características e seus usos em trabalhos apresentados no GT-19/ANPEd. REVEMAT: Revista Eletrônica de Educação Matemática, Florianópolis, SC, v. 3, p. 62-77, 2008. Disponível em: http://educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/2010/Matematica/artigo_almouloud_coutinho.pdf. Acesso em 25 jul 2019.

ARTIGUE, M. Ingeniería Didáctica. In: ARTIGUE, M.; DOUADY, R; MORENO, L; GÓMEZ, P. **Ingeniería Didáctica em Educación Matemática**. Bogotá: Grupo Editorial

Iberoamérica, p. 33-61, 1995. Disponível em: <educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/artigos_teses/2010/Matematica/artigo_almouloud_coutinho.pdf>. Acesso em 12 Jul 2019.

CAMPOS, C. M. S. & PESSOA, M. N. A inserção das TIC na educação inclusiva: desafios e possibilidades. **IV COLBEDUCA e II CIEE**, Braga e Paredes de Coura, Portugal, 2018.

FREITAS, A. D. **A Utilização do Geogebra no Ensino de Matemática: Recurso para os Registros de Representação e Interação**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2009.

GONÇALVES, J. R. D. **As TIC como recurso à inclusão de crianças com NEE**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências da Educação na Especialidade de Educação Especial: Domínio Cognitivo e Motor) - Escola Superior De Educação João De Deus, Lisboa, 2013.

MACHADO, C. R. **Teorias de Pesquisa em Educação Matemática: A influência dos franceses**. UFRGS, 2007. Disponível em: http://euler.mat.ufrgs.br/~vclotilde/disciplinas/pesquisa/CLAUDIA_FRANCESES.DOC.pdf. Acesso em 05 jul 2019.

MAZZOTTA, M. J. S. & SOUZA S. M. Z. **Inclusão escolar e educação especial: considerações sobre a política educacional brasileira**. Estilos da clínica v. 5, n. 9, p. 96 – 108, 2000.

POMMER, W. M. **A Engenharia Didática em sala de aula: Elementos básicos e uma ilustração envolvendo as Equações Diofantinas Lineares**. São Paulo: [s.n.], 2013. Disponível em: <<http://stoa.usp.br/wmpommer/files/3915/20692/Livro+Eng%C2%AA+Did%C3%A1tica+2013.pdf>>. Acesso em: 20 jul 2019.