

UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE GEOGEBRA NO ESTUDO ANALÍTICO DA RETA: Contribuições ancoradas nos Registros de Representações Semióticas

USE OF GEOGEBRA SOFTWARE IN THE ANALYTICAL STUDY OF STRAIGHT: Contributions anchored in Records of Semiotic Representations

Eric Oliveira Santos¹

Celso Eduardo Brito²

 <https://orcid.org/0000-0001-6535-4860>

RESUMO

Nesta pesquisa, apresentamos uma abordagem de natureza quali-quantitativa sobre o uso de tecnologias digitais como ferramenta metodológica para o ensino e aprendizagem. O principal objetivo é investigar as contribuições dessa utilização no ensino de Matemática sob a ótica da Teoria dos Registros de Representação Semiótica. O software escolhido para este estudo foi o GeoGebra, utilizado para a modelagem computacional do conceito de equação reduzida da reta. Assim, foi implementada uma sequência didática focada nesse conceito. O método incluiu o desenvolvimento de uma oficina, onde o aplicativo do GeoGebra foi utilizado em conjunto com a sequência didática em uma turma de quarto ano do ensino médio técnico integrado, no curso de Edificações no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – IFBA, campus Eunápolis. Dessa forma, foram analisadas as práticas dos estudantes em relação ao uso das tecnologias digitais. Nas conclusões, destacamos os resultados positivos dessa metodologia, evidenciando um avanço significativo na superação das dificuldades encontradas pelos alunos diante das atividades cognitivas propostas.

Palavras-chave: Tecnologias Digitais. TRRS. GeoGebra. Equação Reduzida da Reta.

ABSTRACT

In this research, we present a qualitative-quantitative approach to the use of digital technologies as a methodological tool for teaching and learning. The main objective is to investigate the contributions of this use in Mathematics teaching from the perspective of the Theory of Semiotic Representation Registers. The software chosen for this study was GeoGebra, used for computational modeling of the concept of reduced straight line equation. Therefore, a didactic sequence focused on this concept was implemented. The method included the development of a workshop, where the GeoGebra application was used in conjunction with the didactic sequence in a fourth year class of integrated technical high school, in the Buildings course at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Bahia – IFBA, Eunápolis campus. In this way, students' practices in relation to the use of digital technologies were analyzed. In the conclusions,

¹ Licenciado em Matemática – IFBA, Eunápolis, Bahia, Brasil. E-mail: ericps1108@gmail.com.

² Doutor em Ensino, Filosofia e História das Ciências - UFBA. Professor EBTT - IFBA, Eunápolis, Bahia, Brasil. E-mail: celsoedu@ifba.edu.br.

we highlight the positive results of this methodology, showing significant progress in overcoming the difficulties encountered by students in the proposed cognitive activities.

Keywords: Digital Technologies. TRRS. GeoGebra. Reduced Line Equation.

1. INTRODUÇÃO

Diante das possibilidades oferecidas pela utilização de tecnologias digitais, com o objetivo de contribuir para os processos de ensino e aprendizagem, é importante considerar a necessidade de refletir sobre a prática pedagógica desenvolvida pelo professor em sala de aula. Buriasco e Soares (2003) afirmam que o ensino da Matemática nas escolas ainda é incompreensível para muitos estudantes, pois muitas vezes se limita à simples transmissão de regras e procedimentos padrões, sem se preocupar com o entendimento e a compreensão do educando.

Nesse contexto, os recursos tecnológicos trazem importantes contribuições para uma prática docente mais eficaz. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL), "a tecnologia deve ser utilizada para enriquecer o ambiente educacional, promovendo a construção de conhecimento por meio de uma participação ativa, crítica e criativa tanto por parte dos alunos quanto dos professores" (BRASIL, 1998, p. 140).

Portanto, a presente pesquisa adota uma abordagem de natureza quali-quantitativa, com o objetivo de analisar resultados a fim de proporcionar reflexões sobre a utilização dos recursos tecnológicos e suas contribuições no ensino e aprendizagem do conceito matemático da equação reduzida da reta. Este estudo está fundamentado na Teoria dos Registros de Representação Semióticas (TRRS) de Raymond Duval.

O objetivo da pesquisa é avaliar as contribuições da utilização das tecnologias digitais no ensino de Matemática. Para tanto, o software GeoGebra foi utilizado como uma ferramenta lúdica e tecnológica para a modelagem computacional do objeto de estudo, a equação reduzida da reta, em suas formas algébrica, numérica, gráfica e linguagem materna. Quanto ao uso de ferramentas digitais, Costa (2021) destaca que:

[...] utilizar uma ferramenta tecnológica e fazer uso da interdisciplinaridade, pois esses recursos conseguem melhorar a didática do professor tendo como objetivo principal lograr êxito no processo de ensino e aprendizagem. O uso dessas tecnologias, no caso particular o software GeoGebra, contribuem para uma melhor abstração dos conceitos a partir de dinâmicas e interações de objetos e conceitos matemáticos na tela do computador. (COSTA, 2021, p.1256)

Desenvolvemos um aplicativo matemático utilizando o software GeoGebra, o qual foi empregado durante o desenvolvimento de uma oficina destinada a uma turma de quarto ano do ensino médio técnico integrado no curso de Edificações do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – IFBA, campus Eunápolis. Esse aplicativo foi elaborado em consonância com uma sequência didática impressa.

É importante ressaltar que a aplicação da oficina ocorreu no âmbito do projeto institucional Residência Pedagógica, no qual desempenhei o papel de professor residente. Inicialmente, as aulas foram conduzidas de forma remota devido ao contexto da pandemia de COVID-19, conforme estabelecido pelas atividades de Ensino Não Presencial Emergencial (AENPE), aprovadas pela Resolução nº 18, de 24 de agosto de 2020, do CONSUP (Conselho Superior) do IFBA. Posteriormente, houve o retorno às aulas presenciais em sua totalidade, proporcionando assim a oportunidade para a aplicação da oficina.

A nossa pesquisa se ancorou num quadro teórico que nos possibilitou fazer melhores análises das atividades aplicadas. Seguiremos agora para essa fundamentação.

2. FUNDAMENTOS DA PESQUISA

Na presente pesquisa, foi adotada a Teoria dos Registros de Representação Semióticas (TRRS) de Raymond Duval (1999) como referencial teórico, devido à sua abordagem das diversas representações matemáticas, incluindo as gráficas, algébricas, linguísticas e aritméticas. A TRRS destaca-se por sua capacidade de analisar a transição entre diferentes registros de

representação e as dificuldades associadas a essa mudança, especialmente entre estudantes do ensino médio e do ensino superior.

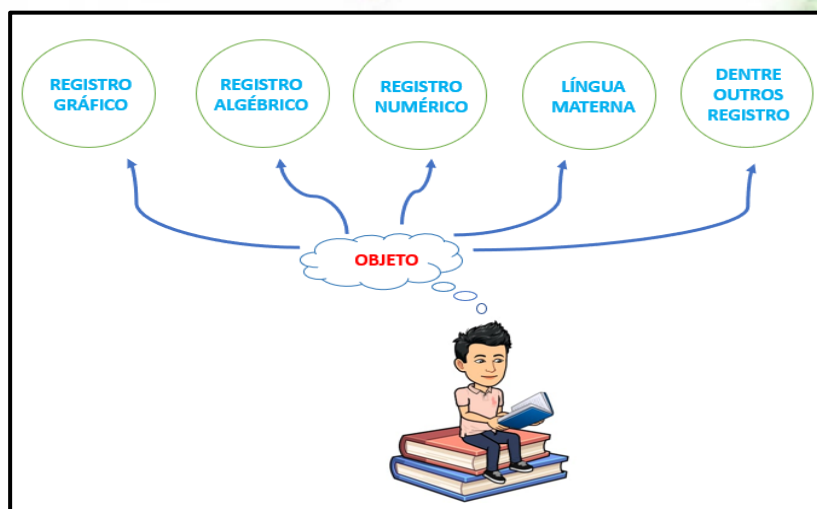
Moretti (2012) destaca que:

As transformações de representações em outras transformações semióticas estão no coração da atividade matemática. As dificuldades dos alunos para compreender matemática surgem por conta da diversidade e complexidade dessas transformações. Para estudar esta complexidade, as representações semióticas devem ser analisadas, não a partir dos objetos ou dos conceitos matemáticos que representam, mas a partir do funcionamento representacional que é próprio do registro no qual são produzidas. (MORETTI, 2012, p. 268).

A compreensão de um determinado conteúdo matemático está intrinsecamente ligada à habilidade de reconhecer um objeto em duas ou mais representações, conforme destacado pela Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS). Essa habilidade é fundamental para a aquisição do conhecimento matemático. Nesse sentido, Silva (2017) ressalta que:

A Teoria dos Registros de Representações Semióticas destaca a mobilização de diferentes registros de representação para a compreensão dos objetos matemáticos, salientando a importância de o estudante transitar ao menos em dois tipos distintos de representação de um mesmo objeto, havendo, desse modo, a compreensão do conteúdo, e por conseguinte, a construção de conexões mentais de aprendizagem. (SILVA, 2017, p. 04)

Figura 1. Possíveis registros de representação.



Fonte: Adaptação dos autores, 2022.

O objeto de conhecimento pode ser representado por meio de diferentes registros de representação, cada um utilizando diferentes tipos de signos. Na **Figura 1** acima, são apresentados os possíveis registros de representação de um objeto matemático.

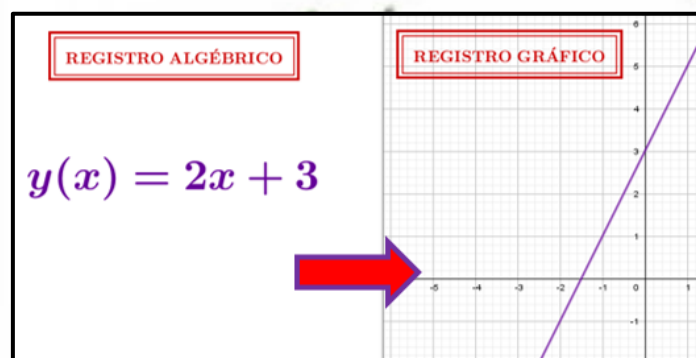
Existem três atividades associadas ao processo de desenvolvimento cognitivo, ou seja, à semiose. A primeira delas é a formação de uma representação identificável, que se refere à habilidade de esboçar construções mentais para reconhecer uma representação específica. Moretti (2012) destaca que:

Esta formação implica seleção de relações e de dados no conteúdo a representar. Esta seleção se faz em função de unidades e de regras de formação que são próprias do registro cognitivo no qual a representação é produto. Desta maneira, a formação de uma representação poderia ser comparada a realização de uma tarefa de descrição. (MORETTI, 2012, p. 271).

Neste sentido, temos que a formação se refere às regras e características do conceito envolvido. A segunda atividade é o tratamento, que por sua vez, representa a transformação interna, ou seja, a manipulação dentro do próprio registro. Um exemplo disso é a simplificação de um cálculo numérico ou algébrico que permanece dentro do mesmo registro.

Por fim, temos a conversão, que ocorre devido à transformação externa no registro inicial, ou seja, a representação de um objeto é convertida em uma nova representação em outro registro. Um exemplo disso é a representação gráfica da função $y(x) = 2x + 3$. Inicialmente, o objeto na forma gráfica é convertido para outra forma gráfica, como mostrado na **Figura 2**.

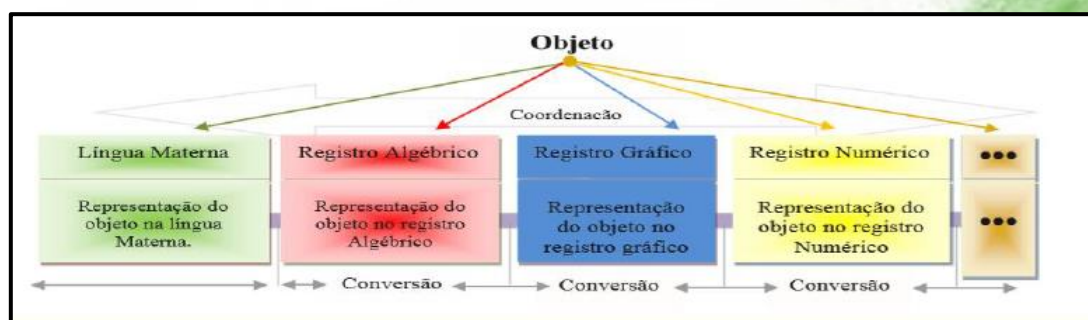
Figura 1. Exemplo de conversão.



Fonte: Software GeoGebra, 2022.

Devido à grande variedade de registros de representação, torna-se necessário realizar transições entre dois ou mais deles para que haja, de fato, compreensão no estudo da matemática. Nesse sentido, essa habilidade necessária é denominada coordenação, que se trata da capacidade do indivíduo em reconhecer a representação de um objeto em dois ou mais registros distintos, como ilustrado na **Figura 3**.

Figura 2. Conversão e coordenação de representações de um objeto entre registros.



Fonte: Henriques; Almoulod, 2016.

Duval (1999) destaca que em qualquer nível de ensino os registros são tratados de forma isolada, onde o aluno não é capaz de reconhecer o mesmo objeto matemático em dois ou mais registros de representação. Por isso a necessidade de fazer bem, todo esse processo de tratamentos, conversões e coordenações nos registros semióticos, frente às atividades matemáticas para a obtenção um real aprendizado.

Com isso, a partir dos conhecimentos teóricos postos, seguiremos agora para a traçado metodológico do trabalho desenvolvido.

3. PERCURSO METODOLÓGICO

Nossa pesquisa tem como base a proposta de contribuir para os processos de ensino e aprendizagem por meio do uso de tecnologias digitais, em particular o software GeoGebra, para o estudo do objeto matemático da equação reduzida da reta. A abordagem da pesquisa é de natureza quali-quantitativa, pois visa analisar resultados para refletir sobre a utilização dos recursos tecnológicos e suas contribuições no ensino e aprendizagem desse

objeto matemático. Este projeto está vinculado ao macroprojeto do Professor Pesquisador, autor desse trabalho, intitulado "PRODUÇÃO DE MODELOS E ATIVIDADE COM O GEOGEBRA: CONTRIBUIÇÕES PARA O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM MATEMÁTICA", aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa - CEP do IFBA. As investigações foram conduzidas com a autorização dos estudantes, que assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido - TCLE.

Nosso objetivo foi analisar as operações semióticas, especificamente tratamento, formação e conversão, realizadas pelos participantes da pesquisa ao lidar com o objeto de estudo, com base nos pressupostos da Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS). Para isso, elaboramos uma sequência didática que auxiliou os estudantes na manipulação do aplicativo desenvolvido no software GeoGebra, e observamos suas ações para coletar dados. A pesquisa foi realizada nas dependências do IFBA, campus Eunápolis, com uma turma do 4º ano do Ensino Médio Integrado em Edificações, composta por 25 alunos.

A oficina teve duração de 100 minutos e ocorreu antes da apresentação do conteúdo em sala de aula, com o objetivo de proporcionar aos estudantes técnicas para melhorar sua aprendizagem sobre o objeto de estudo. Na **Figura 4**, apresentamos a interface inicial do aplicativo.

Figura 3. Tela inicial do App



Fonte: Software GeoGebra, 2022.

No próximo tópico, analisaremos a diversidade dos registros mobilizados nos instrumentos de coleta de dados e como essas representações semióticas são tratadas pelos estudantes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

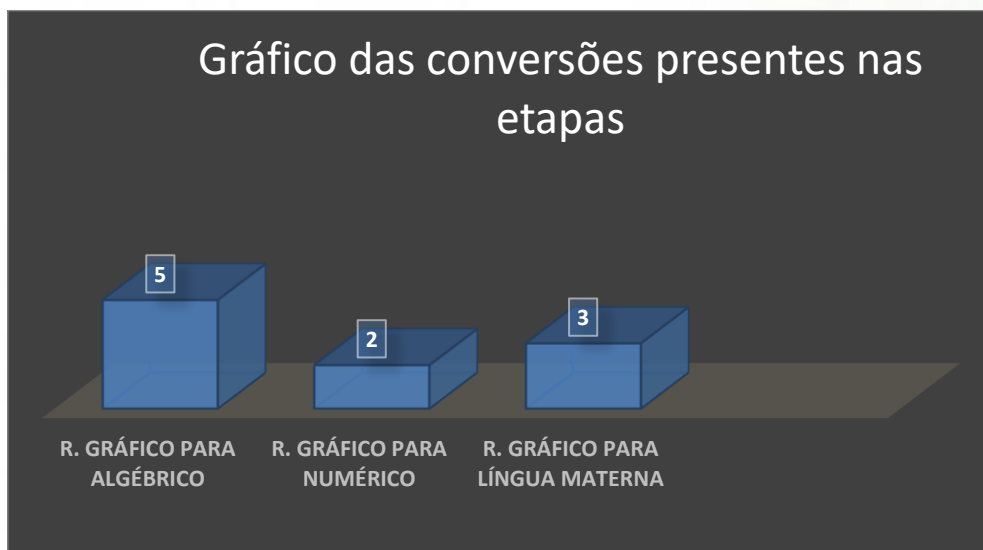
Apresentaremos agora algumas informações do aplicativo em consonância com a sequência didática. Ele é composto por 5 tarefas (T), com suas respectivas subtarefas (S_{t_n}). O estudante, ao manipular o aplicativo, precisava transcrever suas anotações nos registros que consideravam mais adequados. Na **Figura 5**, apresentamos a quantidade de registros de representações presentes na sequência didática e no aplicativo.

Figura 4. registro de representações presentes na sequência didática e App.



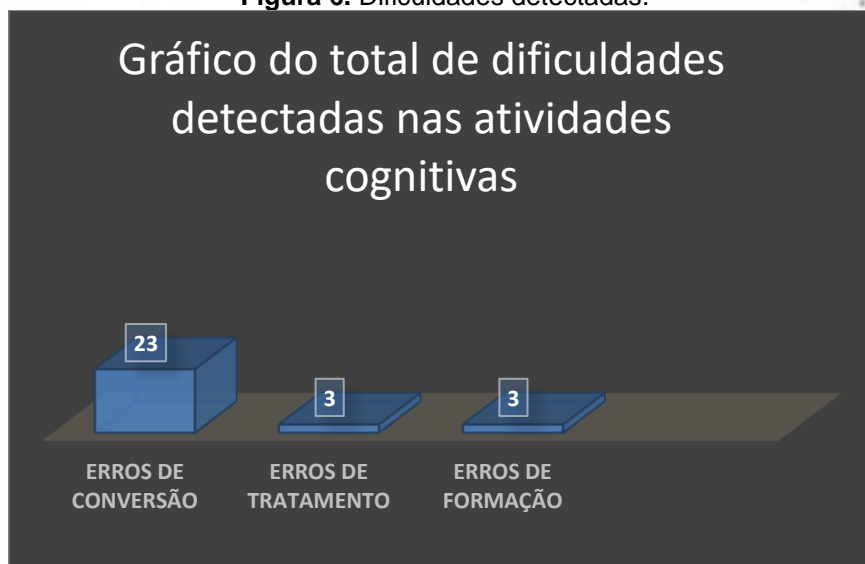
Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Assim sendo, temos 8 momentos relacionados ao registro gráfico, 5 ao registro algébrico, 2 ao registro numérico e 2 à língua materna. Na **Figura 6**, apresentamos as atividades cognitivas de conversão presentes na sequência didática e no aplicativo. Dessa forma, temos 5 conversões do registro gráfico para o algébrico (RG→RA), 2 conversões do registro gráfico para o numérico (RG→RN) e 3 conversões do registro gráfico para a língua materna (RG→LM).

Figura 5. Gráfico das conversões

Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Através do gráfico apresentado na **Figura 7**, que se refere às dificuldades encontradas pelos estudantes ao manipular o aplicativo em consonância com a sequência didática, podemos observar que 79,31% dos erros estão relacionados à atividade cognitiva de conversão, 10,34% aos erros de tratamento e 10,34% aos erros de formação.

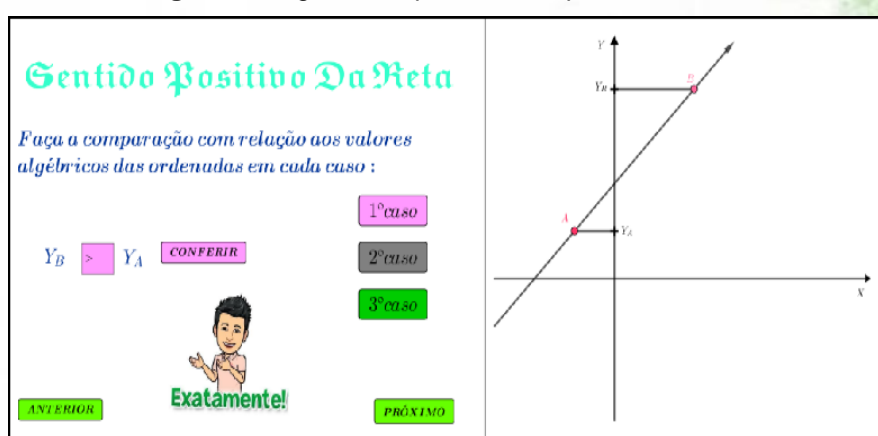
Figura 6. Dificuldades detectadas.

Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Apresentaremos agora algumas etapas do aplicativo desenvolvido no software GeoGebra, bem como as análises relacionadas às interações de alguns

estudantes. Nesta etapa, que se trata da segunda, tínhamos como objetivo proporcionar ao estudante uma visão simultânea do registro algébrico e gráfico da condição que determina o sentido positivo da reta. Em uma das interfaces do aplicativo, o aluno deveria selecionar um dos três casos disponíveis, o que resultava na exibição do gráfico correspondente. Em seguida, comparar os valores algébricos das ordenadas, inserindo os símbolos de maior (>), menor (<) ou igual (=) conforme os gráficos correspondentes, e clicar no botão "conferir". Podemos observar a situação descrita na **Figura 8**.

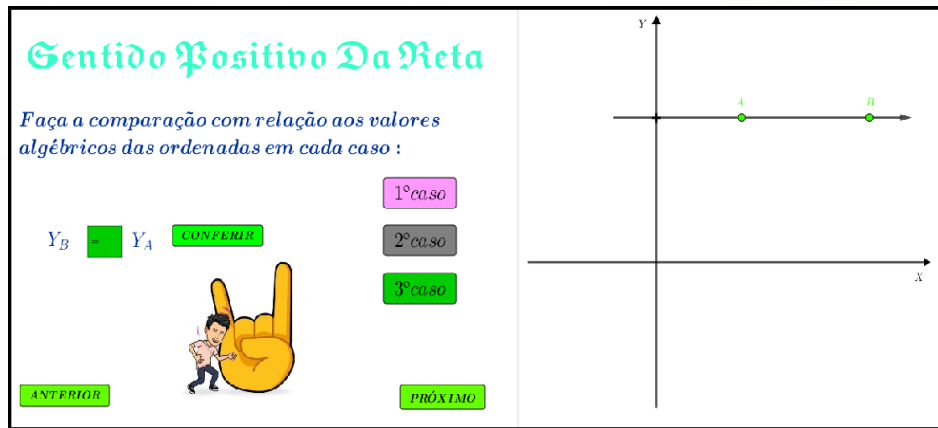
Figura 7. Segunda etapa - Sentido positivo da reta.



Fonte: Software GeoGebra, 2022.

Na sequência didática, foi apresentado o seguinte questionamento: "O que podemos observar em relação ao sentido positivo da reta e os valores algébricos das ordenadas? Escreva em língua materna a sua justificativa." Esperava-se que o estudante chegasse à conclusão de que o sentido positivo da reta parte do menor valor da ordenada para o maior valor, consequentemente, convertendo a condição do sentido positivo da reta do registro gráfico para a linguagem materna. Esta situação está ilustrada na **Figura 9** e corresponde aos "1º e 2º casos".

Figura 8. Segunda etapa - Sentido positivo da reta.



Fonte: Software GeoGebra, 2022.

Com relação ao "3º caso", tínhamos que o sentido da reta, quando a mesma é paralela ao eixo das abscissas, é o mesmo do eixo das abscissas. Esperava-se que o estudante chegasse à conclusão de que o sentido positivo da reta era o mesmo do eixo Ox. Dessa forma, foi apresentado o seguinte questionamento: "O que podemos observar com relação ao sentido positivo da reta quando a mesma é paralela ao eixo Ox? Escreva em língua materna a sua justificativa."

Quadro 1. Subtarefas 2, 3 e 4.

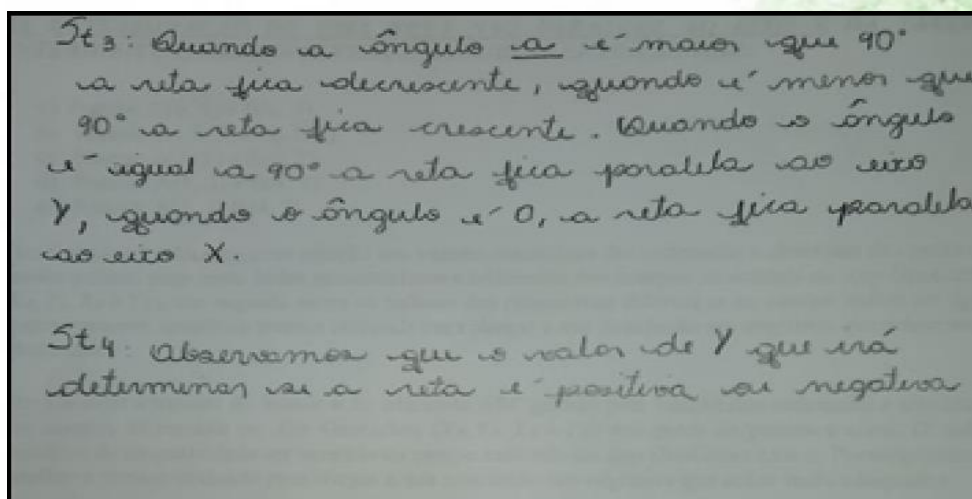
T_1	<p><i>DETERMINAR SE UMA RETA ESTÁ PARALELA AO EIXO X, CONSIDERANDO OS PARES DE PONTOS QUE DETERMINAM A MESMA INDICADOS E DESENVOLVENDO AS SEGUINTE SUBTAREFAS QUE SEGUEM:</i></p> <p>a) Pontos: A(0, 3) e B(4, 3) b) Pontos: A(-3, 3) e B(-1, 2) c) Pontos: A(3, 2) e B(0, 2) d) Pontos: A(1, 3) e B(4, 1) e) Pontos: A(1, 1) e B(4, 3)</p>
S_{t_2}	<p><i>Comparar os valores das ordenadas representada algebricamente em cada um dos casos (1º, 2º e 3º caso), inserindo as simbologias que representam desigualdade e igual no campo indicado (>, < ou =).</i></p>
S_{t_3}	<p><i>O que podemos observar com relação ao sentido positivo da reta e os valores algébricos das ordenadas, escreva em língua materna a sua justificativa.</i></p>

S_{t_4}	<i>O que podemos observar com relação ao sentido positivo da reta quando a mesma é paralela ao eixo x, escreva em língua materna a sua justificativa.</i>
-----------	---

Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Na subtarefa S_{t_2} , não houve entraves por parte dos alunos, pois todos resolveram de forma correta, fazendo as devidas conversões do registro gráfico para o algébrico. Já nas subtarefas S_{t_3} e S_{t_4} , foi onde os alunos encontraram maiores dificuldades, uma vez que as mesmas necessitavam da conversão do registro gráfico para a língua materna.

Figura 9. Recorte da produção efetiva do Estudante 17.



Fonte: Manuscrito do Estudante 17, 2022.

Podemos observar na Figura 10 a resolução do Estudante 17 com relação às subtarefas S_{t_3} e S_{t_4} . O mesmo indicou a associação do sentido positivo da reta com a amplitude do ângulo, mesmo não tendo ângulos representados graficamente no aplicativo. Na S_{t_4} , ele associou o sentido positivo da reta com as ordenadas, porém não concluiu que a mesma partia da menor ordenada para a maior, chegando à conclusão de que as ordenadas determinavam se a reta era positiva ou negativa, cometendo assim, erro de conversão do registro gráfico para a língua materna.

Analogamente, temos a conclusão do Estudante 12 ilustrada na Figura 11. Na subtarefa S_{t_4} , o mesmo indica uma associação entre o sentido

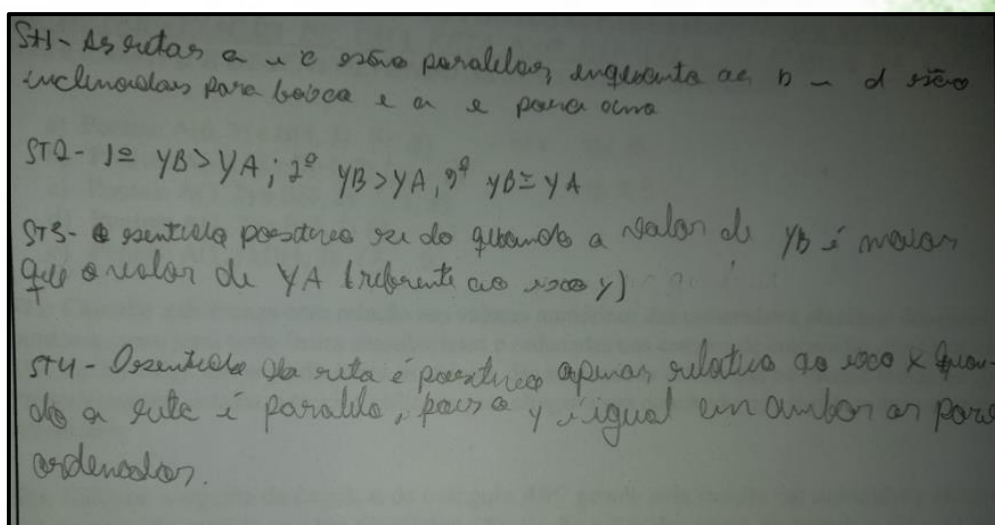
positivo da reta com o seu coeficiente angular, não fazendo a devida conversão do registro gráfico para a língua materna.

Figura 11 - Recorte da produção efetiva do Estudante 12

Fonte: Manuscrito do Estudante 12, 2022

Temos o recorte da produção efetiva do Estudante 22 na Figura 12, o próprio fez a conversão corretamente nas subtarefas S_{t_3} e S_{t_4} .

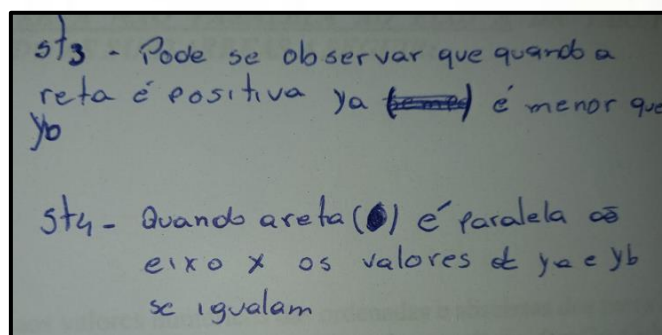
Figura 10. Recorte da produção efetiva do Estudante 22.



Fonte: Manuscrito do Estudante 22, 2022.

Na **Figura 12** podemos observar que o Estudante 22 fez a conversão do registro gráfico para a língua materna de forma correta, onde o mesmo chegou a conclusão que o sentido positivo da reta parte da menor ordenada para maior ordenada, bem como quando a reta é paralela ao eixo ox , que o seu o sentido é o mesmo do eixo Ox . Temos na **Figura 13** a resolução do Estudante 15.

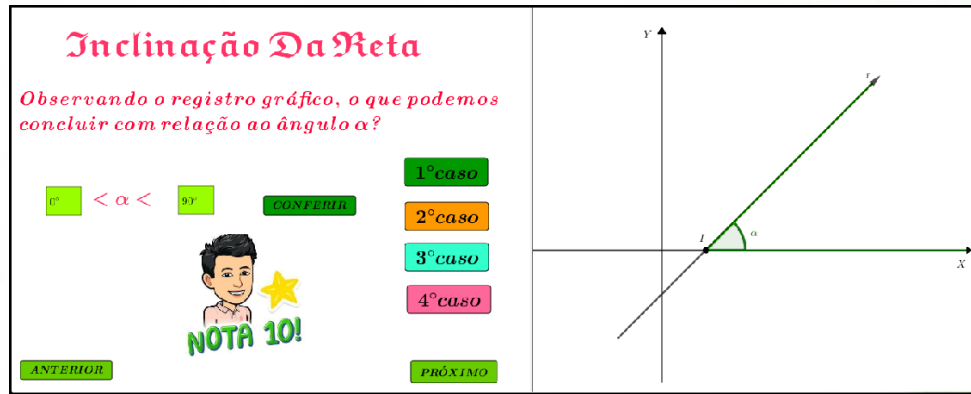
Figura 11. Recorte da produção efetiva do Estudante 15.



Fonte: Manuscrito do Estudante 15, 2022.

O Estudante 15 concluiu corretamente a resolução da subtarefa S_{t_3} , fazendo a conversão necessária de forma adequada. No entanto, na subtarefa S_{t_4} , ele não a fez corretamente. Neste caso, indicou que as ordenadas são iguais quando a reta é paralela ao eixo Ox, o que não deixa de ser verdade, porém não fez nenhuma associação ao sentido positivo da reta. Podemos dizer que o Estudante 15 confundiu o objeto matemático "distância entre dois pontos" com sua representação. Em outras palavras, em relação à distância compreendida entre dois pontos distintos, onde o segmento que os une é paralelo ao eixo Ox. Partimos desse pressuposto, pois o referido objeto de estudo foi ministrado em aulas anteriores à aplicação da oficina, destacando-se que as ordenadas são iguais quando o segmento é paralelo ao eixo Ox.

Na terceira etapa, tínhamos como objetivo proporcionar ao estudante uma visão simultânea através da representação gráfica e algébrica em relação à amplitude do ângulo α . Esperava-se que ele fosse capaz de determinar, através da comparação utilizando os ângulos 0° , 90° e 180° , a amplitude do referido ângulo. Para isso, foi necessário inserir os valores dos ângulos em sua forma numérica e clicar no botão "conferir" para verificar a resposta dada, conforme mostrado na **Figura 14**.

Figura 12. Terceira etapa tapa - Inclinação da reta.

Fonte: Software GeoGebra, 2022.

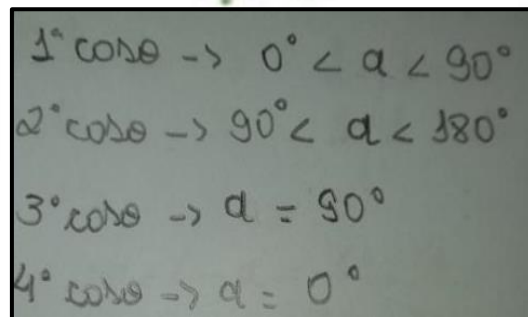
Atrelado a esta etapa do App, tínhamos o seguinte direcionamento na sequência didática ilustrada no **Quadro 2**.

Quadro 2. Tarefa 2 e subtarefa 1.

T_2	DETERMINAR A AMPLITUDE DE UM ÂNGULO α E DESENVOLVER A SUBTAREFA A SEGUIR:
S_{t_1}	<i>Determinar a amplitude do ângulo α fazendo a comparação do mesmo utilizando os ângulos de 0°, 90° e 180° em cada um dos casos (1º, 2º, 3º e 4º caso). Posteriormente, detalhar a técnica utilizada nos registros que achar mais adequados.</i>

Fonte: Dados da pesquisa, 2022

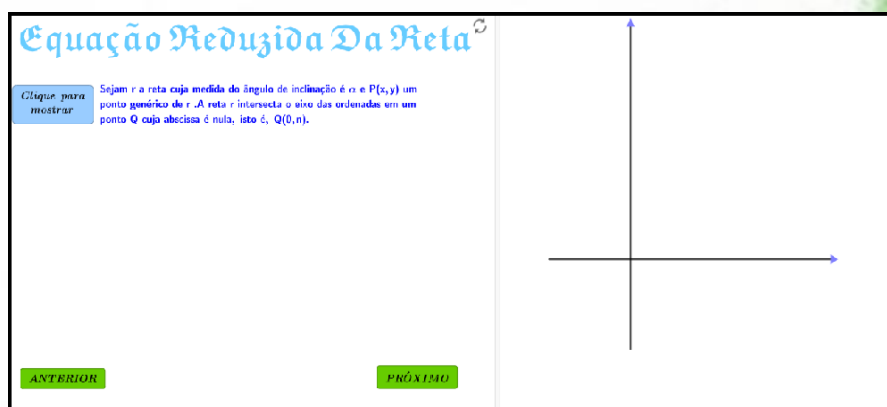
Nesta etapa não houve erros por parte dos alunos, os mesmos fizeram as devidas conversões do registro gráfico para o algébrico corretamente. Podemos observar na **Figura 15** que o Estudante fez a conversão corretamente do registro gráfico para o registro algébrico.

Figura 13. Recorte da produção efetiva do Estudante 15.

Fonte: Manuscrito do Estudante 15, 2022.

Na próxima etapa, que trata-se da sétima, tínhamos o objetivo de determinar a equação reduzida da reta que passa por dois pontos distintos $P(x, y)$ e $Q(0, n)$ na forma algébrica. Para executá-la, primeiramente foi solicitado que os estudantes clicassem no botão “clique para mostrar” para visualizar o gráfico através da representação gráfica como mostra a **Figura 16**.

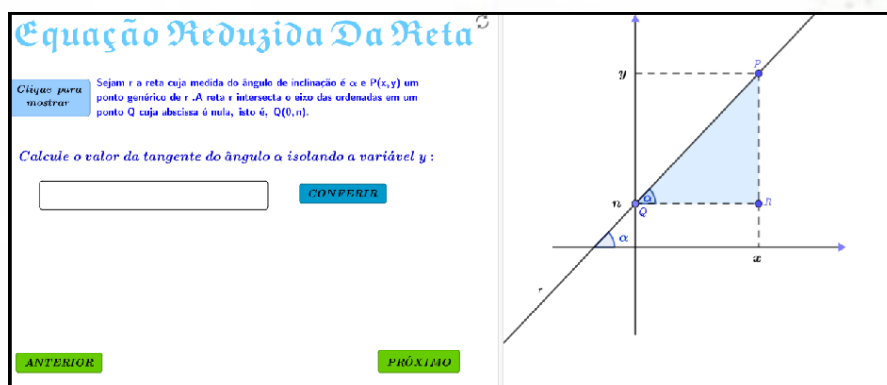
Figura 14. Sétima etapa - Equação reduzida da reta.



Fonte: Software GeoGebra, 2022

Ao clicar no botão indicado, tínhamos o gráfico de uma reta com seus elementos na forma algébrica como mostra a **Figura 17**.

Figura 15. Sétima etapa- Equação reduzida da reta.



Fonte: Software GeoGebra, 2022.

Esperava-se que os estudantes fossem capazes de calcular o valor da tangente do ângulo α do triângulo QRP , como mostra a **Figura 17**. Posteriormente, inserir o respectivo valor da tangente na sua forma algébrica

isolando a variável y . Ao conferir a resposta e estando ela certa, a tela de visualização do App exibe as informações com relação aos elementos do objeto matemático equação reduzida da reta, representada algebricamente por $y = mx + n$, como mostra a **Figura 18**.

Figura 16. Sétima etapa- Equação reduzida da reta.

Equação Reduzida Da Reta

Clique para mostrar

Sejam r a reta cujo medida do ângulo de inclinação é α e $P(x, y)$ um ponto genérico de r . A reta r intersecta o eixo das ordenadas em um ponto Q cujo abscissa é nula, isto é, $Q(0, n)$.

Calcule o valor da tangente do ângulo α isolando a variável y :

CONFIRMAR

A expressão $y = mx + n$ é chamada de forma reduzida da equação da reta r , ou simplesmente equação reduzida da reta r , na qual $(m, n) \in \mathbb{R}$:

- m é o coeficiente angular de r ;
- n é a ordenada do ponto em que r corta o eixo das ordenadas e é chamado coeficiente linear de r ;
- x e y são as coordenadas de um ponto qualquer da reta r .

ANTERIOR **PRÓXIMO**

Fonte: Software GeoGebra, 2022.

A **Figura 19** corresponde às informações exibidas pelo App ao inserir a representação algébrica da equação reduzida da reta corretamente.

Figura 17. Sétima etapa - Elementos da equação reduzida da reta.

A expressão $y = mx + n$ é chamada de forma reduzida da equação da reta r , ou simplesmente equação reduzida da reta r , na qual $(m, n) \in \mathbb{R}$:

- m é o coeficiente angular de r ;
- n é a ordenada do ponto em que r corta o eixo das ordenadas e é chamado coeficiente linear de r ;
- x e y são as coordenadas de um ponto qualquer da reta r .

Fonte: Software GeoGebra, 2022.

Sendo assim, a etapa focava na atividade cognitiva de conversão, possibilitando mobilizações entre os registros algébricos, gráficos e língua materna através das informações com relação aos elementos que constituem a equação reduzida. Essa situação, está em correspondência com a tarefa apresentada no Quadro 3.

Quadro 3. Tarefa 4 e subtarefa 1

T_4	<i>DETERMINAR A EQUAÇÃO GERAL DA RETA QUE PASSA POR DOIS PONTOS DISTINTOS</i>
S_{t_1}	<i>Determinar a equação reduzida da reta que passa por dois pontos distintos $P(x,y)$ e $Q(0,n)$. Para executar a tarefa, clique no botão “clique para mostrar” para visualizar o gráfico no App. Posteriormente, calcular a tangente do ângulo α do triângulo $\backslash QRP$ e inserir o respectivo valor da tangente na sua forma algébrica isolando a variável y. Posteriormente, detalhar a técnica utilizada para chegar a sua conclusão nos registros que achar mais adequados.</i>

Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Poucos estudantes conseguiram chegar a esta etapa, pois foi tempo restrito, porém, os que conseguiram chegar a referida etapa fizeram a conversão corretamente da equação reduzida da reta, da representação gráfica para a algébrica.

Figura 18. Recorte da produção efetiva do aluno 18.

The image shows handwritten mathematical work on a dark background. At the top, there are two equations: $m = \frac{m-y}{x-0}$ and $\alpha = \frac{y_a - y_b}{x_b - x_a}$. Below these, there are three lines of algebraic manipulation: $m(x-0) = m \cdot y$, $mx - 0 + m = y$, and $mx + m = y //$.

Fonte: Manuscrito do Estudante 18, 2022.

Na **Figura 20** temos a resolução do Estudante 18, que ao observar a equação reduzida através da representação gráfica, com os seus elementos nas suas respectivas representações algébricas, conseguiu fazer a conversão entre os dois registros de representação, do gráfico para o algébrico.

Buscamos estabelecer uma pesquisa sobre o processo de aprendizagem do estudo do objeto matemático "equação geral da reta", no curso do 4º ano de Edificações, utilizando um modelo criado no software GeoGebra. Nessa perspectiva, analisamos, sob a ótica da Teoria dos Registros de Representação Semiótica, as operações semióticas, especialmente tratamento, formação e conversão, desenvolvidas pelos participantes da pesquisa na abordagem desse objeto de estudo.

Ao examinar as respostas dos estudantes por meio dos dados coletados durante a sequência didática, observamos certa dificuldade na realização da conversão do registro gráfico para a linguagem materna, além de alguns entraves relacionados a cálculos numéricos, ligados à atividade cognitiva de tratamento.

Também foram identificados erros de conversão, possivelmente devido à diversidade de registros, o que levou à confusão das representações, com muitos associando a inclinação da reta com seu crescimento, decréscimo ou amplitude do ângulo. Foi perceptível ainda a dificuldade de alguns participantes com relação à atividade cognitiva de formação, pois não aplicaram corretamente as regras e características do conceito envolvido, particularmente as relações trigonométricas em triângulos retângulos. Além dos desafios mencionados, destacamos também os entraves tecnológicos e a restrição de tempo para a aplicação da oficina, que comprometeram seu desenvolvimento.

Outro ponto relevante foi que os participantes que concluíram as etapas do dispositivo conseguiram deduzir a equação reduzida da reta por meio da atividade cognitiva de conversão, transitando entre pelo menos dois registros distintos, como ressaltado por Duval (2009) para a efetiva aquisição do conhecimento matemático.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão, esta pesquisa proporcionou uma análise detalhada das interações dos estudantes com o aplicativo desenvolvido no software GeoGebra, em consonância com a sequência didática proposta. Ao longo das diferentes etapas e subtarefas, foi possível observar as dificuldades encontradas pelos alunos na transição entre os registros de representação gráfica, algébrica,

numérica e da língua materna. Os resultados destacaram a predominância de erros na atividade cognitiva de conversão, seguidos por dificuldades no tratamento e na formação dos registros.

Por meio de um estudo minucioso das respostas dos estudantes, foi possível identificar pontos-chave para o aprimoramento do ensino e aprendizagem da matemática, especialmente no que diz respeito à compreensão dos conceitos envolvidos e à habilidade de transitar entre diferentes formas de representação. Essas descobertas oferecem insights valiosos para o desenvolvimento de estratégias pedagógicas mais eficazes e para o uso adequado de tecnologias digitais no contexto educacional.

FINANCIAMENTOS

O Financiamento da bolsa do autor principal, na época estudante da Licenciatura em Matemática, ocorreu através de fomento propiciado pela CAPES, no que diz respeito às atividades de residente no Programa da Residência Pedagógica do IFBA, campus Eunápolis.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Luísa Silva. Registros de representação semiótica e o estudo de funções. **XIII CIAEM-IACME**, 2011. Disponível em: < https://xiii.ciaem-redumate.org/index.php/xiii_ciaem/xiii_ciaem/paper/viewFile/1010/283 >. Acesso em: 02/04/2022.

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: Matemática/ Secretaria da Educação Fundamental**. – Brasília: MEC/ SEF, 2000. p 124.

DUVAL R, **Sémiosis et pensée humaine: registres sémiotiques et apprentissages intellectuels**, Peter Lang, 1995.

HENRIQUES, A; ALMOULOU, S. Ag. Teoria dos Registros de Representação Semiótica em Pesquisas na Educação Matemática no Ensino Superior: Uma análise de superfícies e funções de duas variáveis com intervenção do software Maple. **Revista Ciência & Educação** da UNES, Bauru (SP), 2016.

MORETTI, Mércles Thadeu. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento. **PERIODICOS**, 2012. Disponível em: < <https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/1981-1322.2012v7n2p266/23465>>. Acesso em: 15/04/2022.

SILVA, Carolina Ferreira; BISOGNIN, Vanilde. Teoria de registros de representações semióticas e sistemas lineares: contribuições de uma sequência didática. **Revista Eletrônica de Educação Matemática – REVMAT**, Florianópolis (SD), 2021.