

INEQUAÇÃO DE 1º GRAU E SEUS REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA: DIFICULDADES DE FUTUROS PROFESSORES DE MATEMÁTICA

FIRST-DEGREE INEQUALITY AND ITS REGISTERS OF SEMIOTIC REPRESENTATION: DIFFICULTIES OF FUTURE MATHEMATICS TEACHERS

DESIGUALDAD DEL PRIMER GRADO Y SUS REGISTROS DE REPRESENTACIÓN SEMIÓTICA: DIFICULTADES DE FUTUROS PROFESORES DE MATEMÁTICAS

Wilian Barbosa Travassos*
wiliantravassos@hotmail.com

Marcelo Carlos de Proença*
mcproenca@uem.br

*Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática, Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR – Brasil

Resumo

Este artigo teve como objetivo investigar as dificuldades de licenciandos dos quatro anos de um curso de Matemática na resolução de atividades envolvendo o conteúdo de inequação em diferentes registros de representação semiótica. Participaram do nosso estudo 16 acadêmicos de um curso de Licenciatura em Matemática. Para coleta dos dados, utilizamos um instrumento composto por seis atividades que exigiam dos participantes o tratamento e conversão de registros de representação semiótica. Os resultados obtidos mostraram dificuldades dos acadêmicos tanto no processo de tratamento, envolvendo operações matemáticas e propriedades do conceito de inequação, assim como no processo de conversão, em especial na representação de inequações na reta numérica.

Palavras Chave: Dificuldades. Inequações. Registros de Representação Semiótica.

Abstract

This article aimed to investigate the difficulties of undergraduate students from the four years of a mathematics course in solving activities involving the content of inequality in different records of semiotic representation. 16 students from a Mathematics Degree course participated in our study. For data collection, we used an instrument composed of six activities that required participants to treatment process and convert process in semiotic representation records. The results obtained showed difficulties for academics both in the process, involving mathematical operations and properties of the concept of inequality, as well as in the conversion process, especially in the representation of inequalities in the numerical line.

Keywords: Difficulties. Inequations. Registers of Semiotic Representation.

Resumen

Este artículo tuvo como objetivo investigar las dificultades de los estudiantes de pregrado de los cuatro años de un curso de matemáticas para resolver actividades que involucran el contenido de desigualdad en diferentes registros de representación semiótica. 16 estudiantes de un curso de Licenciatura en Matemáticas participaron en nuestro estudio. Para la recopilación de datos, utilizamos un instrumento compuesto por seis actividades que requerían que los participantes tratamiento y convirtieran registros de representación semiótica. Los resultados obtenidos mostraron dificultades para los académicos tanto en el proceso de tratamiento, involucrando operaciones matemáticas y propiedades del concepto de desigualdad, como en el proceso de conversión, especialmente en la representación de desigualdades en la línea numérica.

Palabras clave: Dificultades. Desigualdades. Registros de representación semiótica.

INTRODUÇÃO

Este artigo deriva-se de parte dos resultados de uma pesquisa de mestrado cujo foco foi a análise do desempenho de licenciandos em matemática em diferentes abordagens na resolução de exercícios e problemas de inequações. Neste artigo, focalizamos as análises nas dificuldades dos estudantes na resolução de atividades que articulam diferentes registros de representação semiótica de inequação¹ do 1º grau com uma variável.

O conteúdo de inequações do 1º grau é trabalhado nos anos finais do Ensino Fundamental (BRASIL, 1998, 2017) e aprofundado no Ensino Médio (BRASIL, 2002), ou seja, teoricamente os alunos devem adquirir habilidades e competências de modo a resolver exercícios e problemas de inequações do 1º grau, em diferentes formas e contextos, conforme é mencionado na Base Nacional Comum Curricular:

[...] é necessário que os alunos identifiquem regularidades e padrões de sequências numéricas e não numéricas, estabeleçam leis matemáticas que expressem a relação de interdependência entre grandezas em diferentes contextos, bem como criar, interpretar e transitar entre as diversas representações gráficas e simbólicas, para resolver problemas por meio de equações e inequações, com compreensão dos procedimentos utilizados. (BRASIL, 2017, p. 268).

Entretanto, pesquisas tais como Campos e Giusti (2008), Souza (2008), Magalhães (2013) e Travassos e Rezende (2017), após desenvolverem estudos com acadêmicos da licenciatura em Matemática, apontaram dificuldades relacionadas ao conteúdo de inequação tanto no processo de tratamento algébrico e numérico das inequações (resolução da inequação), bem como na conversão de registros (mudar, por exemplo, da língua materna à algébrica).

Contudo, ao realizarmos uma busca² em diferentes bancos de dados por pesquisas com foco no estudo do conteúdo de inequações no Ensino Superior, não identificamos nenhuma pesquisa cuja análise abordasse acadêmicos dos quatro anos da graduação em licenciatura em Matemática, mas

¹ Neste trabalho, o termo *inequação/inequações* fará referência as inequações de 1º grau com uma variável.

² Realizou-se um levantamento de dissertações e teses no ano de 2017 – primeiro semestre, nos bancos de dados digitais: Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações -BDTD (<http://bdtd.ibict.br/vufind/>), e no Catálogo de Teses e Dissertações – CAPES (<https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#/>) utilizando as palavras-chave: *inequação; inequações; dificuldades* cujo alcance foi de mais de meio milhão de documentos entre dissertações e teses das diversas áreas do conhecimento.

apenas o primeiro ano dos cursos, instigando-nos a fazer alguns questionamentos: tal dificuldade se estende em todos os anos do curso de licenciatura? Os acadêmicos possuem conhecimento do conteúdo de inequação quando representado em suas diferentes formas? Qual seu desempenho no tratamento de inequações? Deste modo, tivemos como objetivoneste artigo *investigar as dificuldades de licenciandos dos quatro anos do curso de Matemática em atividades envolvendo o conteúdo de inequação em diferentes representações*, pautando-se na Teoria dos Registros de Representação Semiótica para elaboração e análise das atividades.

TEORIA DOS REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA

Em se tratando do conteúdo de inequações, sabe-se que o mesmo pode ser trabalhado por meio de diferentes representações. Seja por um enunciado, por expressões matemáticas, gráficos, tabelas, etc. Essas diferentes representações que os conceitos matemáticos possuem são foco da Teoria dos Registros de Representação Semiótica, cujo autor, Raymond Duval, afirma que a aprendizagem da matemática a nível conceitual ocorre por meio da coordenação de um objeto matemático em diferentes registros de representação semiótica. Em linhas gerais, o aluno apresentará compreensão sobre o conceito matemático quando souber identificá-lo em suas diferentes formas e souber realizar sua modificação para outros registros de representação quando necessário.

Para designar, na matemática, os diferentes tipos de representações semióticas que podem ser utilizadas, Duval (2003) organiza um quadro no qual classifica quatro grandes tipos de registros de representações diferentes entre si, apresentados a seguir.

Quadro 1: Classificação dos diferentes registros mobilizáveis no funcionamento matemático (fazer matemático, atividade matemática)

	REPRESENTAÇÃO DISCURSIVA	REPRESENTAÇÃO NÃO DISCURSIVA
REGISTROS MULTIFUNCIONAIS: Os tratamentos não são algoritmizáveis	Língua natural Associações verbais (conceituais). Forma de raciocinar: <ul style="list-style-type: none"> Argumentação a partir de observações, de crenças...; Dedução válida a partir de definição ou de teoremas. 	Figuras geométricas planas ou em perspectivas (conFigurações em dimensão 0, 1, 2 ou 3). <ul style="list-style-type: none"> Apreensão operatória e não somente perceptiva; Construção com instrumentos.
REGISTROS MONOFUNCIONAIS: Os tratamentos são	Sistemas de escritas: <ul style="list-style-type: none"> Númericas (binária, decimal, fracionaria...); 	Gráficos cartesianos. <ul style="list-style-type: none"> Mudanças de sistema de coordenadas;

principalmente algoritmos.	<ul style="list-style-type: none"> • Algébricas; • Simbólicas (líguas formais). Cálculo 	<ul style="list-style-type: none"> • Interpolação, extrapolação.
----------------------------	--	---

Fonte: Duval (2003, p. 14).

Assim, as representações de um objeto matemático podem ser enquadradas em diferentes registros, a saber: Língua Natural, Sistemas de escrita, Figuras Geométricas e Gráficos cartesianos, na qual, a partir de cada registros, diferentes representações podem ser elencadas.

Dessa forma, Duval (2003, p. 15) infere que “a compreensão em matemática supõe a coordenação de ao menos dois registros de representações semióticas”. Ou seja, para que haja compreensão, é preciso que o aluno saiba mudar de registro de representação obedecendo as especificidades de cada registro, além de estabelecer relação com suas diferentes representações semióticas, reconhecendo o objeto matemático em suas diferentes formas. Diante disso, para que ocorra essa coordenação entre os registros de representação semiótica, Duval (2009) define dois conceitos importantes, denominados *tratamento* e *conversão*.

- Os *tratamentos* são transformações que ocorrem na representação do objeto matemático sem que haja mudança de registros. São exemplos simples de tratamento a paráfrase em um enunciado de um problema; o cálculo numérico na resolução de uma inequação, etc.

- Já as *conversões* são transformações que ocorrem nos registros de representação, quando há mudança de um registro para outro. Por exemplo, ao ler um problema em língua natural, o estudante utiliza de uma expressão algébrica para resolver o problema. Esta transformação dos dados importantes em língua materna para a linguagem matemática caracteriza-se como uma conversão do registro em Língua Natural para o registro Sistemas de escrita em sua forma algébrica.

Estes dois tipos de transformações são fundamentais no processo de coordenação de registros de representação, de modo que: a) realizar o tratamento na representação implica em conhecer as propriedades do conceito matemático e as operações matemáticas inerentes. No caso da inequação, seria conhecer como resolvê-la; b) e realizar uma conversão implica em reconhecer o objeto matemático em um outro tipo de registro de representação. No caso da inequação, seria reconhecer que tanto a expressão algébrica como a situação em língua materna representam o mesmo objeto matemático, por exemplo.

Assim, para este artigo, abordaremos o conteúdo de inequação representado em três tipos: representação algébrica, representação em intervalos numéricos e representação na reta numérica.

METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de natureza qualitativa, na qual, segundo Silveira e Córdova (2009), “na pesquisa qualitativa, o cientista é ao mesmo tempo o sujeito e o objeto de suas pesquisas. O desenvolvimento da pesquisa é imprevisível. O conhecimento do pesquisador é parcial e limitado” (SILVEIRA; CÓRDOVA, 2009, p. 32). Ou seja, na pesquisa qualitativa o pesquisador interpreta a realidade segundo seus conhecimentos que estarão envolvidos no desenvolvimento da pesquisa.

Para coleta dos dados, foram elaborados dois exercícios contendo um total de seis itens do tipo a, b, c, etc., para serem resolvidos. O Quadro 2 a seguir apresenta o instrumento de coleta de dados utilizado para essa pesquisa.

Quadro 2: Instrumento de coleta de dados

1)	Represente as inequações na reta numérica
a)	$-3x + 11 > x - 1$
b)	$5 < x + 4$
c)	$3(x + 1) \geq 0$
d)	$12 - x \leq x - 12$
2)	Resolva as inequações a seguir, em seguida, represente as soluções em intervalos numéricos.
	Exemplos de intervalos numéricos:
	Abertos: (a, b) e]a,b[
	Fechado: [a,b]
	Aberto/Fechado: (a,b] e]a,b]
	Fechado/Aberto: [a,b) e [a,b[, onde a e b $\in \mathbb{R}$
a)	$x - 2x + \frac{1}{2} < \frac{1}{2}$
b)	$\frac{x}{2} + 4 \geq 13$

Fonte: Elaborado pelos autores.

O exercício 1, formado de quatro itens a serem respondidos (a, b, c e d), e o exercício 2 formado por dois itens (a e b) tiveram como objetivo coletar dados para que pudéssemos analisar as

dificuldades dos acadêmicos tanto no tratamento algébrico e aritmético bem como na conversão das soluções de inequações da representação algébrica para a representação na reta numérica (exercício 1), bem como na conversão da representação algébrica para representação em intervalos numéricos (exercício 2).

O instrumento de pesquisa foi entregue para ser resolvido a todos os estudantes do 1º ano, 2º ano, 3º ano e 4º ano presentes no dia da aplicação (sendo dias distintos). Contudo, devido ao primeiro ano do curso ter apenas 4 estudantes que optaram pela licenciatura, tendo os demais optado pelo bacharelado ou ainda não definido, padronizamos o número de licenciandos dos demais anos em quatro estudantes, escolhidos aleatoriamente.

Para manter o anonimato dos estudantes, nomeou-se cada acadêmico com a inicial A em maiúsculo representando o termo *acadêmico* seguido por um número de um a quatro. Em seguida, para representar o ano acadêmico do estudante, utilizamos números ordinais precedidos da letra A, assim, o acadêmico A3 – 4ºA lê-se *acadêmico três do quarto ano*.

Deste modo, a análise dos dados foi baseada, primeiramente, na apresentação por meio de um quadro das dificuldades no tratamento e conversão. Em seguida, elaboramos dois eixos de análise: i) *análise do tratamento das representações* – discutimos os erros cometidos pelos estudantes nos exercícios 1a, 1b, 1c, 1d, 2a e 2b ao que se refere ao *tratamento*; ii) *análise da conversão dos registros de representação* – discutimos os erros cometidos pelos estudantes nos exercícios e seus itens 1a, 1b, 1c, 1d, 2a e 2b, envolvendo a *conversão* entre os registros.

ANÁLISES E DISCUSSÕES DOS DADOS

Com o objetivo de especificar em qual procedimento foi identificado o erro, elaboramos o Quadro 3, contendo os exercícios, que mostra os acadêmicos que erraram bem como em qual processo ocorreu o erro, representados por ‘C’ a coluna referente as operações de conversão, por ‘T’ a coluna referente as operações de tratamento, por “✓” os acertos, por “✗” os erros e por ‘-’ os procedimentos não resolvidos pelos acadêmicos.

Quadro3: Atividades relacionados ao tratamento e/ou conversão

Exercício 1a	Exercício 1b	Exercício 1c	Exercício 1d	Exercício 2a	Exercício 2b
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Sujeitos	C	T	Sujeitos	C	T	Sujeitos	C	T	Sujeitos	C	T	Sujeitos	C	T	Sujeitos	C	T
A2 - 1ªA	✗	✗	A2 - 1ªA	✗	✗	A2 - 1ªA	✗	✗	A2 - 1ªA	✗	✗	A2 - 1ªA	—	—	A2 - 1ªA	—	—
A3 - 1ªA	✓	✗	A4 - 1ªA	—	—	A3 - 1ªA	✓	✗	A4 - 1ªA	—	—	A2 - 2ªA	✓	✗	A1 - 2ªA	✓	✗
A4 - 1ªA	✗	—	A1 - 2ªA	✓	✗	A4 - 1ªA	—	—	A2 - 2ªA	✗	—	A2 - 3ªA	✗	✗	A2 - 2ªA	✗	—
A1 - 2ªA	✓	✗	A2 - 2ªA	✗	✓	A1 - 2ªA	✓	✗	A3 - 2ªA	✓	✗	A4 - 3ªA	✗	✓	A3 - 2ªA	✓	✗
A2 - 2ªA	✗	✗	A2 - 3ªA	—	✓	A2 - 2ªA	✗	—	A2 - 3ªA	—	✗	A4 - 4ªA	—	—	A1 - 3ªA	✓	✗
A2 - 3ªA	—	✗	A4 - 3ªA	—	✓	A2 - 3ªA	✗	✓	A4 - 3ªA	—	✗				A2 - 3ªA	✗	✗
A3 - 3ªA	✗	✗				A4 - 3ªA	—	✗	A2 - 4ªA	✓	✗				A4 - 4ªA	✗	✗
A4 - 3ªA	—	✗							A4 - 4ªA	✗	✗						

Fonte: Elaborado pelos autores.

Com base no Quadro3, apresenta-se a seguir as análises dos erros e dificuldades referentes ao tratamento aritmético e algébrico e as conversões dos registros.

ANÁLISE DO TRATAMENTO DAS REPRESENTAÇÕES

Conforme nota-se no Quadro3, referente aos erros no procedimento de tratamento do **exercício 1a**, foram identificados sete erros e um exercício não resolvido e o exercício 1b, foram identificados dois erros e um exercício não resolvido.

Este fato possibilita inferir que algumas operações podem ser determinantes no número de erros no tratamento algébrico, visto que a operação de divisão (exercício 1a) ocasionou mais erros do que as operações de adição e/ou subtração (exercício 1b). A Figura 1 a seguir apresenta o erro do acadêmico A3 – 3ªA referente a operação de tratamento do exercício 1a.

Figura 1: Resolução do acadêmico A3 – 3ªA: erro no tratamento algébrico do exercício 1a

R: $-3x + 11 > x - 1 \rightarrow -4x > -12 \quad x > 1$

Number line diagram showing a point at 1 with an open circle and a shaded region to the right, indicating the solution set $x > 1$.

Fonte: Acervo dos autores.

Conforme nota-se na Figura 1, o acadêmico A3 – 3ªA realizou a conversão corretamente do registro algébrico para a reta numérica. Entretanto, ao realizar a divisão de ambos os membros por 4

(quatro) na segunda passagem do tratamento, errou na operação, apresentando como solução final a inequação $x > 1$.

Além disso, o principal erro referente ao exercício 1a está relacionado ao tratamento incorreto na expressão algébrica, em especial, referente as propriedades de inequação. Ou seja, ao realizar a multiplicação/divisão na expressão algébrica por um valor negativo, não é realizado a alteração do sinal de desigualdade. A Figura 2 a seguir apresenta mais um exemplo.

Figura 2: Resolução do acadêmico A2 – 3ºA: erro no tratamento e não realização da conversão do exercício 1a

R:
 $-3x + 11 > x - 1$
 $-3x - x > -11 - 1$
 $-4x > -12$
 $x > 3$

Fonte: Acervo dos autores.

Neste caso, o acadêmico A2 – 3ºA não inverteu o sinal de desigualdade ao dividir ambos os membros da inequação por um valor negativo e, sobretudo, não realizou a conversão para a representação na reta numérica.

No que se refere ao **exercício 1b**, foram identificados dois erros no tratamento e um tratamento não realizado. Referente aos erros, o acadêmico A2 – 1ºA apresentou apenas um valor fixo para x , deste modo inferimos que houve erros envolvendo o processo de tratamento. Já o acadêmico A1 – 2ºA errou ao efetuar incorretamente a operação de divisão da inequação por um valor negativo, conforme apresenta a Figura 3 a seguir.

Figura 3: Resolução do acadêmico A1 – 2ºA: erro no tratamento algébrico do exercício 1b

R:
 $-x < -1$
 $x < 1$

Number line showing points at $-\infty$, 0 , and 1 , with an arrow pointing to $+\infty$.

Fonte: Acervo dos autores.

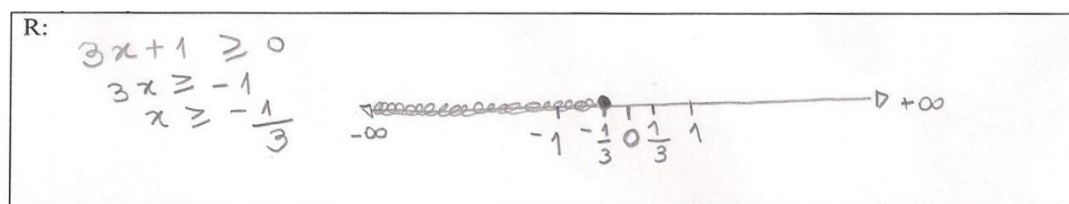
Os exercício 1c e 1d abordam inequações que contém os sinais de “ \geq ” (maior/igual) e “ \leq ” (menor/igual) que diferem dos exercícios 1a e 1b, cujas inequações abordam os sinais “ $>$ ” (maior) e “ $<$ ” (menor).
 Revista Valore, Volta Redonda, 6 (Edição Especial): 1803-1820., 2021 1810

“<” (menor) respectivamente, para possibilitar uma análise referente a percepção/conhecimento do acadêmico a respeito das especificidades desses sinais na representação na reta numérica.

Referente a quantidade de erros no tratamento, o **exercício 1c** apresenta um total de quatro erros e dois tratamentos não realizados, enquanto o exercício 1d apresenta um total de seis erros e dois tratamentos não realizados. Os motivos que levaram os acadêmicos aos erros no tratamento são semelhantes, ou seja, erros relacionados a operação de divisão e erros relacionados a divisão/multiplicação da inequação por um valor negativo na qual não se altera o sinal de desigualdade. Todavia, no exercício 1c houve também erros relacionados a propriedade distributiva.

Observamos que dois dos quatro erros relacionados ao processo de tratamento envolvem a propriedade distributiva, conforme observa-se na resolução do acadêmico A1 – 2ºA na Figura 4 a seguir.

Figura 4: Resolução do acadêmico A1 – 2ºA: erro no tratamento do exercício 1c



Fonte: Acervo dos autores.

Nota-se que o acadêmico realizou corretamente tanto o tratamento algébrico como a conversão para a reta numérica apresentado em sua resolução, porém, a inequação inicial fornecida inicialmente é $3(x + 1) \geq 0$. Deste modo, a expressão correta após a distributiva é $3x + 3 \geq 0$ e não $3x + 1 \geq 0$, conforme resolução do acadêmico A1 – 2ºA.

No **exercício 1d**, dentre os erros no tratamento, identificamos seis. O erro mais comum no tratamento deste exercício foi ao multiplicar/dividir a inequação por um valor negativo sem alterar o sinal de desigualdade, e que de fato, este erro sobressaiu nos demais itens do exercício 1. No entanto, um erro incomum apareceu na resolução do acadêmico A3 – 2ºA, e que convém ser apresentado aqui, conforme mostra a Figura 5.

Figura 5: Resolução do acadêmico A3 – 2ºA: erro no tratamento do exercício 1d

R: $x-2 \leq x-3$
 $0 \leq 0$
 $\Rightarrow 0 = 0$

Number line showing a solid dot at 0.

Fonte: Acervo dos autores.

Observa-se que o acadêmico A3 – 2ºA supôs que o membro esquerdo da inequação tivesse valor igual ao membro direito da inequação, desprezando-os. Ou ainda, pelo fato de supor que ambos fossem opostos, inferiu-se que poderia “cortar” um com outro, resultando em um valor 0 (zero). Este erro comprometeu a resolução do exercício, deixando-a incorreta. Contudo, a representação na reta numérica condiz com a solução (errônea) encontrada, não caracterizando assim como erro na conversão, mas apenas no tratamento algébrico.

Referente ao exercício 2a foram identificados dois erros no tratamento e dois tratamentos não realizados enquanto a análise do exercício 2b identificou cinco erros no tratamento e dois tratamentos não realizados. Essa discrepância de erros entre os exercícios 2a e 2b pode estar relacionada com a forma que a variável é apresentada na inequação. Neste caso, no exercício 2a ela aparece na forma de fração, podendo tornar as operações de simplificação e redução da inequação mais complexas de serem realizadas.

Para os erros envolvendo o tratamento no **exercício 2a**, apenas dois acadêmicos erraram sendo estes os acadêmicos A2 – 3ºA e A2 – 2ºA, cujos erros foram identificados na operação de multiplicar ou dividir a inequação por um valor negativo na qual não alterou-se o sinal de desigualdade (acadêmico A2 – 3ºA), e o outro, identificado na representação incoerente no intervalo numérico (acadêmico A2 – 2ºA), o que nos fez inferir que o tratamento realizado pelo acadêmico foi incorreto, (apesar do estudante não apresentá-lo no campo de resolução do exercício). A Figura 6 apresenta o tratamento incorreto realizado pelo acadêmico A2 – 3ºA.

Figura 6: Resolução do acadêmico A2 – 3ºA: erro no tratamento e conversão do exercício 2a

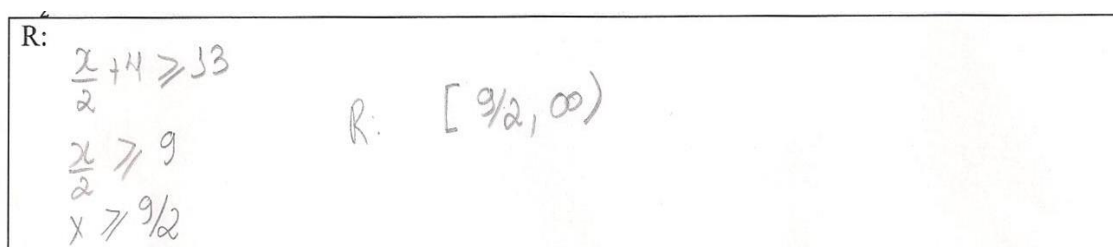
R: $x - 2x + \frac{1}{2} < \frac{1}{2}$
 $x - 2x < \frac{1}{2} - \frac{1}{2}$
 $x < 0$ $S = (a, b]$

Fonte: Acervo dos autores.

Neste caso percebe-se que o acadêmico efetuou incorretamente tanto o tratamento, no momento em que transforma a variável x em positiva e não inverte o sentido do sinal de desigualdade, como efetuou incorretamente a conversão, ao apresentar uma solução genérica.

Para o **exercício 2b**, cinco acadêmicos erraram em operações de divisão e subtração, sendo estas as principais causas. A Figura 7 apresenta um erro referente a multiplicação/divisão que pode ter sido influenciada pela forma fracionária presente na expressão algébrica.

Figura 7: Resolução do acadêmico A3 – 2ºA: erro no tratamento do exercício 2b



R: $\frac{x}{2} + 4 \geq 13$
 $\frac{x}{2} \geq 9$
 $x \geq 9/2$

R: $[9/2, \infty)$

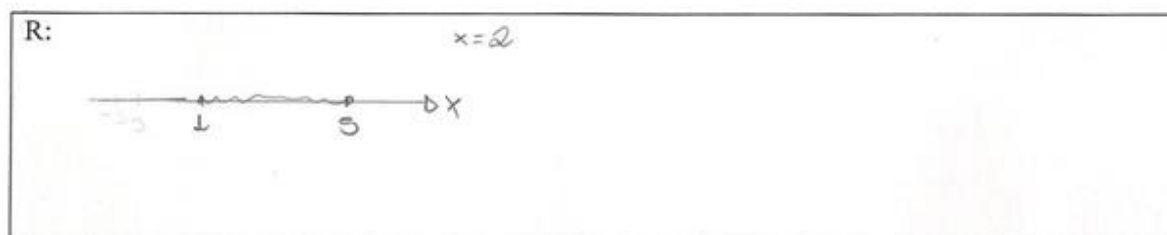
Fonte: Acervo dos autores.

Ao realizar as operações para assim determinar o valor de x , o acadêmico A3 – 2ºA operou de maneira incorreta a operação de multiplicação/divisão em ambos os lados, possivelmente consequência do fato de a variável possuir um denominador diferente de 1 (um), ocasionando assim a resposta incorreta no intervalo numérico.

ANÁLISE DA CONVERSÃO DOS REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO

No **exercício 1a**, identificamos três erros na conversão e três resoluções em que não realizaram a conversão. O erro mais comum foi identificado na construção incorreta da representação dos valores na reta numérica. Conforme mostra a Figura 8 a seguir.

Figura 8: Resolução incorreta do acadêmico A2 – 1ºA: erro na conversão do exercício 1a



Fonte: Acervo dos autores.

Por meio desta resolução do acadêmico A2 – 1ºA, nota-se que o estudante não representou corretamente os valores de uma inequação de 1º grau, conforme deveria ser realizado a partir do exercício proposto.

Referente ao **exercício 1b**, como apresentado no Quadro3, houve duas conversões incorretas e três casos onde não realizaram as conversões. Sobretudo, das duas conversões incorretas, além de uma delas apresentar a mesma dificuldade da representação apresentada na análise do exercício 1a (Figura 8) ocorreu também uma representação que não condiz com a solução do exercício, como é o caso do acadêmico A2 – 2ºA, apresentado na Figura 9 a seguir.

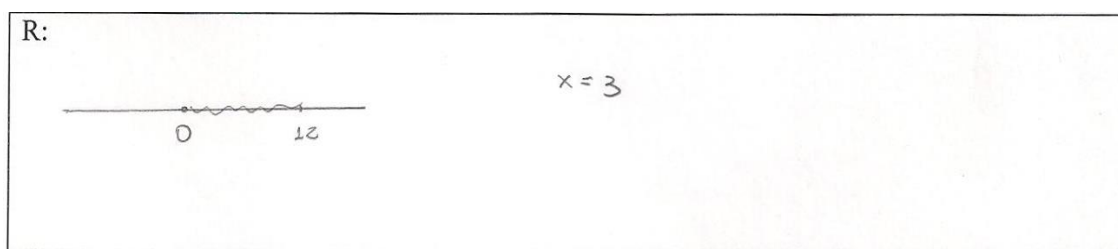
Figura 9: Resolução do acadêmico A2 – 2ºA: erro na conversão do exercício 1b



Fonte: Acervo dos autores.

Mesmo ajustado os níveis de contraste da imagem a fim de analisar o tratamento algébrico realizado pelo aluno, que posteriormente apagou, pouco se consegue identificar o que foi realizado, porém, sua representação na reta numérica não condiz com a solução da inequação de 1º grau fornecida no enunciado visto que o segmento possui preenchimentos de valores para ambas as direções, com uma circunferência no meio indicando o ponto -1.

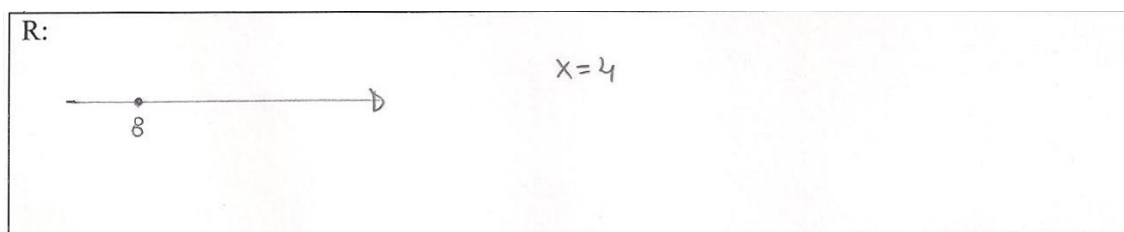
No **exercício 1c**, o número de erros referente as conversões foram três e, dois não realizaram a conversão. A Figura 10 apresenta um dos casos de resolução incorreta.

Figura 10: Resolução do acadêmico A2 – 1ºA: erro na conversão do exercício 1c

Fonte: Acervo dos autores.

Neste caso, o acadêmico A2 – 1ºA não realizou um tratamento algébrico procedimental na folha de resolução, apresentando apenas o valor de x como sendo 3, contudo, mesmo não sendo essa a resposta final, o acadêmico realizou incorretamente a conversão para a reta numérica no registro algébrico.

Já para o **exercício 1d**, foram identificados três erros na conversão além de três resoluções nas quais não realizaram a conversão para a reta numérica. Destes três erros, todos estão relacionados a conversão incoerente de uma inequação representada na reta numérica. A Figura 11 mostra tal fato.

Figura 11: Resolução incorreta do acadêmico A2 – 1ºA: erro na conversão do exercício 1d

Fonte: Acervo dos autores.

Por meio da resolução do acadêmico A2 – 1ºA, nota-se que a representação utilizada refere a um ponto, e não a uma inequação. Sobretudo, apresentou incoerência com o valor determinado de x e sua representação na reta numérica. Erros estes possivelmente oriundos de uma má interpretação a respeito do objetivo do exercício.

No **exercício 2a**, foram identificadas duas conversões incorretas e duas conversões não realizadas. Já no exercício 2b, identificamos três conversões incorretas e uma conversão não realizada.

Analisando o exercício 2a, um dos erros está na conversão incorreta da representação algébrica para os intervalos numéricos relacionados ao “sentido” do intervalo. Um exemplo pode ser conferido na Figura 12 a seguir.

Figura 12: Resolução do acadêmico A4 – 3ºA: erro na conversão do exercício 2a

R:
 $-x < 0 \Rightarrow x > 0$
 $(-\infty, 0)$

Fonte: Acervo dos autores.

A inequação inicial fornecida é do tipo $x - 2x + \frac{1}{2} < \frac{1}{2}$. Dessa forma, tem-se como resposta final $x > 0$, resposta esta apresentada corretamente pelo acadêmico A4 – 3ºA, porém, ao converter na forma de intervalo numérico, o acadêmico representou da seguinte forma: $(-\infty, 0)$, que de fato possui o mesmo significado que $x < 0$ algebricamente, ou seja, incorreto.

Para o **exercício 2b**, foram identificados intervalos numéricos incorretos com a solução do exercício, conforme apresenta a Figura 13 a seguir.

Figura 13: Resolução do acadêmico A4 – 4ºA: erro no tratamento e conversão do exercício 2b.

R:
 $\frac{x}{2} + 4 = 13$
 $\frac{x}{2} = 13 - 4$
 $\frac{x}{2} = 9$
 $x = 9 \cdot 2$
 $x = 18$
 $(18, +\infty)$

Fonte: Acervo dos autores.

Nesta resolução do acadêmico A4 – 4ºA, nota-se que o estudante não realizou a operação de tratamento por meio de uma inequação, mesmo sendo fornecida a inequação como expressão inicial. Neste caso, o acadêmico preferiu utilizar uma equação para determinar o valor de x e só posteriormente converter para uma inequação nas representações na reta numérica e intervalo numérico, mostrando certa resistência em operar com as propriedades algébricas de inequação.

Contudo, por mais que o acadêmico tenha utilizado de equação para resolver a expressão algébrica, sua conversão para a reta numérica foi correta, representando o círculo como sendo maior/igual e o segmento tendendo ao infinito positivo. Entretanto, sua representação no intervalo numérico ficou incorreta, visto que o intervalo “(, [“ corresponde ao significado de “aberto à esquerda - aberto a direita”.

De modo geral, por meio desta análise do instrumento de pesquisa utilizado, organizamos o Quadro4 a seguir, na qual contempla o índice numérico de acertos, erros, e as atividades não resolvidas pelos sujeitos da pesquisa.

Quadro4:Índice numérico de acertos, erros e atividades não resolvidas.

	Acertos	Erros	Não resolvidos
1º Ano	12	6	6
2º Ano	12	12	0
3º Ano	11	13	0
4º Ano	20	3	1

Fonte:Elaborado pelos autores.

Conforme nota-se no Quadro4, com exceção do 4º ano da graduação, os demais atingiram um índice percentual de acertos igual/inferior a 50%. Evidenciando dificuldades que podem permear durante toda a graduação. Contudo, nota-se também que o 4º ano da graduação obteve um ótimo desempenho neste instrumento de pesquisa acertando 20 de um total de 24 resoluções.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa buscou analisar as dificuldades de licenciandos de um curso de Matemática em atividades envolvendo o conteúdo de inequação em diferentes representações, permitindo-nos realizar algumas inferências sobre os resultados deste estudo.

No que se refere as dificuldades identificadas no tratamento, verificamos que os principais erros nas operações com as inequações foram as seguintes: a) multiplicar/dividira inequação por um valor negativo, na qual altera-se o sinal de desigualdade; b) realizar as operações de divisão e subtração; c) uso da propriedade distributiva da multiplicação em relação à adição.

Em relação às dificuldades identificadas na conversão da representação algébrica para a representação na reta numérica, identificamos representações na reta que não condizem com representações de inequações do 1º grau, a saber: a) ponto; b) segmento de reta. Referente às dificuldades na conversão da representação algébrica para os intervalos numéricos, verificamos as seguintes: a) notações incoerentes; b) valores não condizentes com a solução do exercício.

Contudo, as dificuldades nas representações algébricas estão relacionadas aos procedimentos inerentes às inequações para obter a solução. Nas representações na reta numérica as dificuldades estão em conseguir representar corretamente as soluções das inequações de 1º grau na forma de semirretas. Por fim, nas representações em intervalos numéricos, as dificuldades estão relacionadas ao uso inadequado das notações para representar intervalos numéricos.

Assim sendo, é importante que nos cursos de formação inicial de professores de matemática sejam feitos trabalhos que favoreçam a compreensão dos diferentes registros de representação do conteúdo de inequação, bem como as especificidades do conceito ao trabalhar numérica e algebricamente, tendo em vista que, a formação inicial prepara o docente para atuar na Educação Básica, onde as dificuldades em tal conceito são ainda mais evidentes.

Referências

- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. (3º e 4º ciclos do ensino fundamental). Brasília: MEC, 1998.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) - Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2002
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. 3ª ed. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_20dez_site.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2018.
- CAMPOS, Tânia M. M.; GIUSTI, V. H. Resolução de Desigualdades com uma Incógnita: uma análise de erro. **Unión (San Cristobal de La Laguna)**, v. 14, p. 37-48, 2008.
- DUVAL, R. Registros de representações semióticas e funcionamento cognitivo da compreensão em Matemática. In: **Aprendizagem em Matemática**. Machado, S. D. A. (org.). pp. 11-33. Campinas, SP: Papirus, 2003.
- DUVAL, R. **Semiósis e Pensamento Humano: Registros semióticos e aprendizagens intelectuais (Fascículo I)**. Tradução: Lênio Fernandes Levy e Marisa Rosâni Abreu da Silveira. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009.
- MAGALHÃES, A. F. **Estudos das inequações: contribuições para a formação do professor de matemática na licenciatura**. 2013. 127 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.
- SILVEIRA, D. T.; CORDOVA, F. P. Unidade 2 - A pesquisa científica. In: Tatiana EngelGerhardt; Denise Tolfo Silveira. (Org.). **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009, v.1, p. 31-42.
- SOUZA, Vera Helena Giusti. **O uso de vários registros na resolução de inequações: uma abordagem funcional gráfica**. 2008. 292 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) -

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo,
São Paulo, 2008

TRAVASSOS, W. B.; REZENDE, V. O
Software Aplusix e a Resolução de Inequações:
um estudo de erros e acertos de estudantes do
1º ano de Matemática. **Educação Matemática
em Revista**, v. 22, p. 85-98, 2017.

Recebido em: 08/03/2020

Aceito em: 01/11/2020

Endereço para correspondência:

Nome: Wilian Barbosa Travassos

Email: wiliantravassos@hotmail.com



Esta obra está licenciada com uma
Licença [Creative Commons Atribuição 4.0
Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).